Maria Beatriz Azevedo da Cunha Teixeira

Licenciada em Bioquímica

Melhoria do sistema de gestão da qualidade microbiológica da Filtração de cerveja

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: Professora Doutora Ana Lúcia Leitão, Professora Auxiliar, FCT/UNL

Co-orientador: Doutor Pedro Vicente, Brewing Manager, SCC

Júri:

Presidente: Doutora Benilde Simões Mendes

Arguente: Engª Maria José Teixeira Sousa

Vogal: Doutora Ana Lúcia Leitão

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2014

Maria Beatriz Azevedo da Cunha Teixeira

Licenciada em Bioquímica

Melhoria do sistema de gestão da qualidade microbiológica da Filtração de cerveja

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: Professora Doutora Ana Lúcia Leitão, Professora Auxiliar, FCT/UNL

Co-orientador: Doutor Pedro Vicente, Brewing Manager, SCC

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2014

"Melhoria do sistema de gestão da qualidade microbiológica da Filtração de cerveja"
Maria Beatriz Azevedo da Cunha Teixeira, FCT/UNL e UNL
Copyright ©

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Com mais uma etapa da minha formação académica a terminar, é imperioso o reconhecido agradecimento a todos aqueles que contribuíram para o alcance deste pequeno sucesso. No entanto, tendo em conta todos os incentivos, apoios, ajudas e conselhos de que fruí, o ínfimo espaço destinado a esta secção é tão limitado que me vejo forçada a apenas expressar uma singela fração do meu sincero sentimento de gratidão.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S. A. pelo privilegio de ingressar numa empresa de elevado prestígio cujas condições proporcionadas foram fundamentais para a elaboração da presente dissertação. Graças à amabilidade e disponibilidade de todos, a SCC possibilitou-me não só o desenvolvimento profissional, como também, a nível mais pessoal, me fez compreender o conceito de "amor à camisola".

Reconheço, com gratidão, à Professora Ana Lúcia Leitão, pela oportunidade de me ter reconhecido este projeto que propiciou uma das mais gratificantes experiencias. Agradeço a dedicação, amabilidade, disponibilidade e todo o auxilio prestado na orientação deste trabalho. Não poderia ter tido maior sorte em ser orientada por alguém cuja sabedoria partilhada ao longo deste percurso se demonstrou inexcedível.

Manifesto um profundo agradecimento ao Doutor Pedro Vicente pela orientação incondicional despendida, pela confiança depositada ao longo do projeto e sobretudo pela estimulante referencia que permitiu consolidar os meus conhecimentos num nível superior.

Seria inadmissível não exprimir a minha gratidão ao contributo valiosíssimo e determinante do Miguel Carvalho cuja ajuda e dedicação constante me permitiram saciar a vontade de querer sempre saber mais e de fazer o melhor de forma a realizar um projeto com o devido rigor e exigência. Reconheço todo o profissionalismo, disponibilidade e destreza de me auxiliar sempre e encontrar uma forma de superar os desafios. Como tal, exprimo o mais sincero e reconhecido sentimento de agradecimento por ter tido o privilégio de ter cooperado não com um colega mas com um amigo.

À Doutora Maria José Sousa e aos colegas de laboratório de microbiologia, Carla Ratinho, Inês Goes, Maria Tomás e Isidoro Mourão cuja contribuição foi fundamental para a elaboração desta dissertação. Agradeço, do fundo do coração, por todos os ensinamentos, colaboração,

companheirismo, dedicação e, especialmente, pela paciência!

Não poderia estar mais orgulhosa de poder ter ingressado nas equipas de filtração onde tive a regalia de conhecer pessoas dedicadas e trabalhadoras cujos conhecimentos sobre produção de cerveja são tão vastos e importantes que foi necessário tamanho tempo, disponibilidade e simpatia para compreender a área extremamente complexa. Sem as valiosas elucidações de todos, não me seria possível concluir o projeto. Reconheço também a dedicação e mais uma vez a paciência a todos os colegas pelas minhas intermináveis experiências e questões e pela preciosa ajuda na recolha de amostras. Assim, aos colegas Rui Farinha, Mário Fernandes, Adiel Santos, Admilson Júnior, Ailson Santos, Carlos Pires, Elicio Barai, Frederico Gião, José Sousa, Luís Figueiredo, Luís Pereira, Mário Lopes, Regis Lopes, Ricardo Graça, Valeri Mitov, Vitaly Lupul, um grande bem haja e muito obrigada. Ao colega Tiago Soares, por todos os motivos enumerados reservo um especial agradecimento por todo empenho, auxílio e dedicação incansáveis prestados ao longo destes meses.

Aos colegas da química, inovação e das adegas, agradeço a simpatia e amizade e pela disponibilidade que demonstraram em dar-me a conhecer um pouquinho das suas áreas de trabalho.

Gostaria ainda de agradecer ao Diogo, à Joana, à Sandra e ao Gustavo pelas divertidas viagens, por todo o carinho, amizade, companheirismo e a boa disposição que manifestaram. Fico tão, mas tão grata pelos nossoas caminhos se terem cruzado!

Reservo este paragrafo aos meus colegas de casa, Pedro e Márcia, a família de Lisboa, por serem simplesmente espetaculares. Por me acolherem de forma tão especial e tornarem a minha estadia nesta grande cidade, única e fantástica. Obrigada pelos grande momentos, companhia, conselhos, ajudas, incentivos, força, desabafos, pelos muitos e muitos risos e até mesmo as discussões e os quase incêndios! Obrigada por sempre acreditarem! Obrigada!

Por último, gostaria de agradecer àqueles a quem dedico este trabalho, à minha **mãe**, ao meu **pai** e ao meu **irmão**. Obrigada por tudo, mesmo. Gosto muito de vocês.

Resumo

Num mundo dominado pela competitividade industrial, a Qualidade representa um papel de destaque na sobrevivência de uma empresa. A implementação de técnicas de Gestão, como o *Total Productive Management*, têm como objetivo a diminuição ou até mesmo erradicação de defeitos para que seja garantida a oferta de um produto cujas características se aproximam das exigências do consumidor.

O trabalho experimental desta dissertação foi desenvolvido na Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S. A. (SCC), cujo objetivo consistiu no aperfeiçoamento do Sistema de Gestão da qualidade microbiológica no processo de Filtração de cerveja, através de uma equipa de melhoria específica. As atividades desenvolvidas, baseadas em ferramentas TPM, nomeadamente na Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos da *Heineken,* permitiram a identificação de causas introdutórias de contaminação e criação de soluções para eliminar os problemas. Deste modo, foi possível a redução da ocorrência de defeitos microbiológicos e a melhoria do indicador de qualidade FTR Micro BBT (*First Time Right* microbiológico dos *Bright Beer Tanks*) para 91%, atingindo-se o objetivo proposto.

Palavras-Chave

Cerveja, *Total Productive Management*, Pilar da Qualidade, Desempenho microbiologico da cerveja, Filtração de cerveja

Abstract

In a world dominated by industrial competitiveness, Quality takes a key role in the survival of a company. The implementation of management techniques such as Total Productive Management, promotes the reduction or even elimination of defects in a product bearing in mind the need to pursue the overall characteristics aiming consumer demands.

The experimental work of this thesis was developed in Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S. A. (SCC) in a specific improvement team, whose main objective was the improvement of the microbiological quality Management System in Beer Filtration process. The activities based on TPM tools, like *Heineken* Microbiological Defect Reduction Route to the identification of introductory causes of contamination in order to create solutions to the identified problems. Thus, it was possible to reduce the occurrence of defects and improve microbiological quality indicator FTR Micro BBT (microbiological First Time Right of Bright Beer Tanks) to 91%, reaching the proposed goal.

Keywords

Beer, Total Productive Management, Quality Pilar, Microbiological beer performance, Beer Filtration

Índices

Índice de matérias

ABORDAGEM INTRODUTÓRIA **1**

DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS **3**

1. SOCIEDADE CENTRAL DE CERVEJAS E BEBIDAS, S. A. **5**

1.1. A EMPRESA **6**

1.2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO **6**

1.2.1. Condecorações 8

1.3. ORGANIZAÇÃO ADMNISTRATIVA **8**

1.4. SECTOR DE ATIVIDADE **10**

1.4.1. Desenvolvimento e comunicação 11

1.5. QUALIDADE, AMBIENTE E SEGURANÇA **11**

1.5.1. Normas ISO 11

1.5.2. Total Productive Management 12

1.5.3. Laboratory *Star System* 12

1.6. FÁBRICA DE VIALONGA **12**

1.6.1. Instalações 13

1.6.2. Produtos fabricados 13

2. A QUALIDADE **18**

2.1. TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT, TPM **18**

2.1.1. Evolução do TPM 19

2.1.2. Fundamentos 19

2.1.3. Implementação do TPM 20

2.1.4. *Key Performance Indicator* e Registo de falhas 21

2.1.5. Estrutura 22

2.2. FERRAMENTAS AUXILIARES AO TPM **26**

2.2.1. Lição de Um Ponto (LUP) 26

2.2.2. Sistema 5 S 27

2.2.3. Filosofia *Kaisen* 28

2.2.4. Modelo de Gestão PDCA e SDCA 29

2.2.5. Garantia de Qualidade Analítica - Matrizes de Controlo de Defeitos 30

2.2.6. *Ishikawa Diagram* - Diagrama de Causa-e-Efeito 30

2.2.7. Análise 5 Porquês 30

3. A CERVEJA 31
3.1. O PROCESSO CERVEJEIRO 33
3.1.1. Matérias-primas 34
3.1.2. Etapas de produção 36
3.2. CERVEJA E QUALIDADE 40
3.2.1. Qualidade Microbiológica 41
4. PROCESSO DE FILTRAÇÃO DE CERVEJA NA SCC 49
4.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO 50
4.1.1. Arrefecimento 52
4.1.2. Filtração por Kieselguhr 52
4.1.3. Diluição 55
4.1.4. Carbonatação 55
4.1.5. Filtração por filtro de cartuchos 56
4.1.6. Adição de aroma e outros compostos 57
4.1.7. Tanques de Cerveja Filtrada 57
4.1.8. Programas de Higienização 58
5. METODOLOGIA 63
5.1. METODOLOGIA DE AÇÃO 64
5.2. ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA DO PROCESSO 65
5.3. METODOLOGIA LABORATORIAL 65
5.3.1. Teste de aptidão 66
5.3.2. Controlo e validação da análise microbiológica 66
5.3.3. Recolha de amostras 67
5.3.4. Procedimento de amostragem de cerveja 67
5.3.5. Procedimento de amostragem de amostras gasosas (CO_2, ar comprimido) 69
5.3.6. Procedimento de amostragem de amostras líquidas (água recuperada e desarejada, metabissulfito, CIP, água de saída dos UV, óleo de lúpulo, solução de desinfeção das mangueiras, água lavagem dos TCF e solução kieselguhr) 69
5.3.7. Incubação de placas 70
5.3.8. Análise de colónias de microrganismos (estudo de microrganismos aeróbios, bactérias lácticas, bactérias anaeróbias estritas) 71
5.3.9. Análise por bioluminescência 72
6. TRABALHO EXPERIMENTAL 73
6.1. EQUIPA 75
6.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 76

6.3. AUDITORIAS **77**
6.4. CONHECIMENTO DETALHADO DA ÁREA **78**
6.5. PASSO 1: IDENTIFICAR A ORIGEM DOS DEFEITOS **79**
6.5.1. Garantir a fiabilidade do laboratório de microbiologia 79
6.5.2. Analisar histórico de resultados FTR Microbiologia 81
6.5.3. Matriz QA preliminar 88
6.5.4. Sistema de Recolha de dados 89
6.6. PASSO 2: REPOR CONDIÇÕES BÁSICAS NAS ÁREAS CRÍTICAS E ESTABELECER NORMAS **90**
6.6.1. Identificar as áreas críticas 90
6.6.2. Realizar a limpeza inicial e a etiquetagem 93
6.6.3. Etiquetar anomalias *versus* desvios 95
6.7. PASSO 3: DESCOBRIR AS CAUSAS RAIZ PARA OS DEFEITOS RECORRENTES **97**
6.7.1. Identificar fontes prováveis de contaminação 97
6.7.2. Realizar análise “5 porquês”e construir diagrama causa efeito com base nos 5M atribuídos 98
6.7.3. Matriz QA definitiva 104
6.8. PASSO 4: IMPLEMENTAR AÇÕES DE MELHORIA **107**
6.8.1. Estabelecer contra-medidas 107
6.8.2. Sistema de Treino 111
6.8.3. Correlação de medidas com os resultados obtidos 112
6.9. PASSOS 5 e 6: ANALISAR CADA DEFEITO E MELHORAR SISTEMA DE GESTÃO PARA GARANTIR OS GANHOS **114**
CONCLUSÕES **117**
BIBLIOGRAFIA **121**
APÊNDICES **127**
APÊNDICE I. Plano de Ação **128**
APÊNDICE II. Auditorias Internas **130**
APÊNDICE III. Etiquetas abertas e fechadas na Filtração **131**
APÊNDICE IV. Matriz QA **133**
APÊNDICE V. Propostas de Melhoria **142**

Índice de Figuras

Figura 1.1 Marcas produzidas na SCC.....6
Figura 1.2 Historial dos logótipos da SCC.....8
Figura 1.3 Comissão executiva da SCC.....9
Figura 1.4 Evolução das quotas de valor do mercado cervejeiro nacional desde 2003 a Dezembro de 2012 10
Figura 1.5 Vista aérea da Fábrica de Vialonga, evidenciando os diferentes sectores.....13
Figura 1.6 Exemplos de cervejas fabricadas na Fábrica de Vialonga. 14
Figura 1.7 Evolução da garrafa de *Sagres Branca* desde o seu lançamento em 1940 até ao presente. 14
Figura 2.1 As quatro etapas da implementação do TPM.....20
Figura 2.2 Principais perdas do processo produtivo 22
Figura 2.3 Interação entre as equipas do pilar e as equipas de melhoria. 22
Figura 2.4 Atividades dos pilares do TPM. 23
Figura 2.5 Pilares do TPM praticados pelo grupo *Heineken*.....23
Figura 2.6 Passos de implementação do sistema 5 S. 27
Figura 2.7 *Loop* Infinito SDCA e PDCA.. 29
Figura 3.1 Consumo de cerveja no ano de 2012. Valores percentuais em relação ao consumo global.....33
Figura 3.2 Conusmo de cerveja per capita em litros por país no ano de 2012. 33
Figura 3.3 Imagem esquemática simplificada do processo de produção de cerveja.. 36
Figura 3.4 Parâmetros dos indicadores de desempenho microbiológicos.....44
Figura 3.5 Árvore de decisão para identificação de bactérias aeróbias.....45
Figura 3.6 Árvore de decisão para identificação de colónias de bactérias anaeróbias estritas. 46
Figura 4.1 Fluxograma alusivo aos processos efectuados na seção da filtração de cerveja. 51
Figura 4.2 Esquematização do funcionamento de um permutador de calor. 52
Figura 4.3 Vista lateral e interior de um filtro por kieselguhr. 52
Figura 4.4 Esquematização do filtro por kieselguhr, vista longitudinal. 53
Figura 4.5 Kieselguhr obtido por microscopia electrónica.....54
Figura 4.6 Frente de Filtração, vista transversal.....54
Figura 4.7 Esquematização da filtração por cartuchos, vista longitudinal. 57
Figura 4.8 Exemplo de um painel existente na filtração. 58
Figura 6.1 Representação do desdobramento do indicador FTR Micro em FTR Micro Produção e deste em FTR Micro BBT. 74
Figura 6.2 *Team Initial Report* da Equipa FTR Micro BBT.....75
Figura 6.3 *Master Plan* da Equipa de melhoria FTR Micro BBT.....76
Figura 6.4 Quadro da Equipa de melhoria FTR Micro BBT.. 77
Figura 6.5 Desempenho da Equipa de Melhoria FTR Micro BBT ao longo das auditorias realizadas.....77

Figura 6.6 Fluxograma do processo de Filtração da cerveja. 78
Figura 6.7 Resultados dos HMRA relativos à identificação de microrganismos, segundo a similaridade com o microrganismo sugerido. 80
Figura 6.8 Resultados dos HMRA relativos à quantificação de microrganismos.. 80
Figura 6.9 Influência do tipo de cerveja na contaminação microbiana em TCF.. 82
Figura 6.10 Influência do tipo de Tanque na contaminação microbiana em TCF 84
Figura 6.11 Influência do tipo de cerveja na contaminação microbiana nos TCF com pior desempenho microbiológico. 84
Figura 6.12 Número de higienizações dos TCFs de 1 de Janeiro de 2013 até 3 de Outubro do mesmo ano. 85
Figura 6.13 Cruzamento de dados das CIPs com contaminações microbiológicas. 86
Figura 6.14 Comparação de dados da CIP com contaminação microbiológica.. 87
Figura 6.15 Evolução mensal dos indicadores FTR Micro Fermentação (a) e FTR Micro BBT (b) de 1 de Janeiro de 2013 a 30 de Setembro do mesmo ano. 88
Figura 6.16 Boletim de registo de resultados da Equipa FTR Micro Filtração. 89
Figura 6.17 Área crítica identificada: tubagem de água bruta do coletor do enchimento. 90
Figura 6.18 Áreas críticas identificadas na sala dos filtros.. 91
Figura 6.19 Área crítica identificada: sistema de suporte de peças. 91
Figura 6.20 Área crítica identificada: sistema de recuperação de cerveja. 92
Figura 6.21 Área crítica identificada: recuperação de cerveja da Adega Nova. 92
Figura 6.22 Área crítica identificada: envio de cerveja recuperada. 93
Figura 6.23 Ação de limpeza na tubagem de água recuperada. 94
Figura 6.24 Representação gráfica da evolução da etiquetagem na Filtração durante o funcionamento da equipa (semana 41 de 2013 até à semana 23 de 2014). 95
Figura 6.25 *Check list Heineken* avaliada no âmbito da Equipa FTR Micro BBT, em Dezembro de 2013.. 96
Figura 6.26 Impacto microbiológico da cerveja recuperada. 97
Figura 6.27 Esboço simplificado das tubagens salientando a amarelo os circuítos de recuperação e envio de cerveja para os filtros. 98
Figura 6.28 Esboço simplificado das tubagens salientando os circuitos de água quente (azul claro) e água fria (azul escuro). 100
Figura 6.29 Esboço simplificado das tubagens evidenciando o circuito de higienização dos filtros de cerveja (Linha 1) e as áreas não higienizadas (A1, A2, A3). 101
Figura 6.30 Esboço simplificado do circuito de cerveja e água de esterilização vindos do Painel 6. 102
Figura 6.31 Análise 5 porquês simplificada alusiva ao modo de falha contaminação da tubagem de envio/chegada de cerveja para recuperação. 103
Figura 6.32 Diagrama Causa e Efeito 104
Figura 6.33 Avaliação de cada etapa segundo o peso atribuído na Matriz QA 105

Figura 6.34 Diagrama de Pareto alusivo aos defeitos microbiológicos na área de Filtração, construído com base na Matriz QA. 106
Figura 6.35 Diagrama de Pareto equacionando os modos de defeito na área de Filtração, construído com base na Matriz QA. 106
Figura 6.36 Distribuição dos 5M na seção da Filtração. 107
Figura 6.37 Esboço do circuito de higienização da tubagem de recuperação de cerveja durante a higienização das tubagens, mangueiras e equipamentos auxiliares. 109
Figura 6.38 Evolução do FTR Micro BBT no tempo de duração da equipa e principais alterações verificadas. 112
Figura 6.39 Evolução do desempenho microbiológico da água do coletor do enchimento. 113
Figura 6.40 Evolução do desempenho microbiológico do FTR Micro das Linhas de enchimento 2 e 3. 113
Figura 6.41 Fluxograma de deteção de defeitos 114
Figura 6.42 *Checklist* de defeitos microbiológicos elaborada para a Filtração. 115
Figura 6.43 Trigger point estimado para a filtração no ano de 2014 116
Figura A.1 Resultados da avaliação das auditorias internas realizadas ao trabalho da Equipa. 129

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 Estrutura da organização administrativa. 9
Tabela 3.1 Análises microbiológicas de rotina, efetuadas ao longo do processo de produção de cerveja. 43
Tabela 4.1 Higienizações presentes no plano de limpeza da sala dos filtros. 60
Tabela 4.2 Higienizações presentes no plano de limpeza das Adegas de Cerveja Filtrada. 61
Tabela 5.1 Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos.. 64
Tabela 6.1 Equipa de melhoria específica FTR Micro BBT 2013. 75
Tabela 6.2 Resultados microbiológicos alusivos à Filtração e respetivo FTR Micro nos 4 anos anteriores a 2013. 81
Tabela 6.3 Tipo de cerveja e quantidade de amostras efetuadas de 1 de Janeiro a 3 de Outubro de 2013. 83
Tabela 6.4 TCF e quantidade de amostras efetuadas de 1 de Janeiro a 3 de Outubro de 2013. . 84
Tabela 6.5 Instruções de Trabalho modificadas da secção de Filtração. 108
Tabela 6.6 Propostas de melhoria aceites e submetidas a alteração. 110
Tabela A.1 Plano de ação da Equipa FTR Micro BBT. 128
Tabela A.2 Etiquetas registadas na Filtração, entre as semanas 42 de 2013 e a semana 23 de 2014. 131
Tabela A.3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (simplificada). 133
Tabela A.4 Propostas de Melhoria sob avaliação. 149

Lista de Abreviaturas

ATP, Adenosina trifosfato

CIP, *Cleaning In Place*

CO_2, Dióxido de carbono

FTR, *First Time Right*

KPI, *Key Performance Indicator*

LSS, Laboratory Star System

LUP, Lição de Um Ponto

mWLD, Modified Wallerstein Laboratory Differential Agar

mWLN, Modified Wallerstein Laboratory Nutrient Agar

pH, Potêncial Hidrogénionico.

QA, *Quality Assurance*

RLU, Unidade de Luz Relativa

SAL, Sociedade Água do Luso, S. A.

SCC, Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S. A.

TCF, Tanque de Cerveja Filtrada

TPM, *Total Productive Management*

UFC, Unidade formadora de colónia

UV, Ultra-violeta

ABORDAGEM INTRODUTÓRIA

O objetivo deste trabalho consiste no aperfeiçoamento do sistema de gestão da qualidade microbiológica no processo de Filtração de cerveja, através da melhoria do indicador de qualidade FTR Micro BBT (*First Time Right* Microbiológico dos *Bright Beer Tanks*). Esta melhoria influencia também o indicador de qualidade FTR Micro Geral (*First Time Right* Microbiológico do processo de produção de cerveja).

A qualidade microbiológica da cerveja é um dos focos fundamentais do Pilar da Qualidade e sem dúvida, uma das principais preocupações da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S. A. (SCC). Assim sendo, é fundamental que a qualidade microbiológica seja mantida em todas as etapas do processo cervejeiro, desde a matéria prima ao produto final, de modo a garantir aos consumidores um produto alimentar de elevada estabilidade microbiológica e concomitantemente uma cerveja de excelência, característica da marca.

Apesar da cerveja ser uma matriz alimentar com elevada resistência à contaminação microbiana, devido ao teor em etanol, baixo pH, elevada concentração de dióxido de carbono e falta de oxigénio, ainda existem oportunidades de contaminação ao longo do processo produtivo. A contaminação microbiológica da cerveja pode ter como consequência alteração de propriedades organolépticas, propriedades estas, perceptíveis ao consumidor e que podem comprometer a imagem e pôr em causa a confiabilidade na marca.

Deste modo, e sendo o processo de Filtração uma das fases cruciais na microbiologia, é fundamental a monitorização do indicador-chave de desempenho microbiológico que neste caso consiste no FTR Micro BBT. Os *Bright Beer Tanks*, designados ao longo desta dissertação como "Tanques de Cerveja Filtrada" (TCFs), correspondem a recipientes onde a cerveja, depois de filtrada, é acondicionada até ser reencaminhada para a secção de enchimento. Por outras palavras, é armazenado nos TCFs o produto alimentar final (sem ser pasteurizado) e, como tal, torna-se indispensável assegurar a qualidade microbiológica desta etapa de modo a garantir que a cerveja, quando chegar à fase de pasteurização, se encontre dentro dos parâmetros de especificação, de forma a certificar que este processo é completamente eficaz na eliminação da carga microbiana.

Neste sentido, a criação de uma equipa de melhoria FTR Micro BBT baseando-se na Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos da *Heineken*, permite a melhoria do indicador nesta fase do processo, através da identificação das causas introdutórias de contaminação e criação de soluções de forma a eliminá-las. No âmbito do trabalho, são realizadas atividades como: avaliação da conformidade do laboratório de microbiologia com os *standards Heineken*; análise de dados; amostragem e análise microbiológica; realização da Matriz QA (*Quality Assurance*) para identificação de áreas prioritárias de ação; identificação de desvios relativos a desenho higiénico, instruções de

trabalho, higienizações, pré-requisitos, entre outros; análises de causa raiz dos defeitos encontrados; definição de plano de ação para eliminação dos defeitos e criação de novos padrões.

DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS

CAPÍTULO I: ***SOCIEDADE CENTRAL DE CERVEJAS E BEBIDAS, S. A.***

Este Capítulo torna-se fundamental na medida em que corresponde ao local onde foi desenvolvida a componente prática da tese. É feita uma abordagem à empresa, apresentando dados históricos, sector de atividade e fluxograma. Neste capítulo, será apresentada a Fábrica de Vialonga em toda a sua dimensão para que haja uma compreensão mais fácil por parte do leitor, acerca do ambiente em que se realizou o trabalho.

CAPÍTULO II: ***QUALIDADE***

A qualidade é um parâmetro fundamental na indústria alimentar e constituí o alicerce desta dissertação. Como tal, é indispensável a abordagem e exploração desta vertente, nomeadamente a nível do Sistema de Gestão de Qualidade aplicado, o *Total Productive Management* e de ferramentas auxiliares utilizadas.

CAPÍTULO III: ***A CERVEJA***

A cerveja corresponde ao produto alvo desta dissertação. Neste capítulo, são abordados aspectos alusivos ao processo cervejeiro, nomeadamente matérias-primas e etapas de produção e ainda a correlação da cerveja com a qualidade.

CAPÍTULO IV: ***PROCESSO DE FILTRAÇÃO DE CERVEJA NA SCC***

Este Capítulo destina-se à compreensão do funcionamento da secção de Filtração na Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, onde são descriminadas as etapas essenciais: arrefecimento, filtração por kieselguhr, diluição, carbonatação, filtração por cartuchos, adição de aroma e outros componentes e ainda, armazenamento em Tanques de Cerveja Filtrada.

CAPÍTULO V: ***METODOLOGIA***

A metodologia compreende os passos efectuados no decorrer da atividade experimental. Neste sentido, no Capítulo 5 são descritos os diversos procedimentos aplicados.

CAPÍTULO VI: ***TRABALHO EXPERIMENTAL***

O Trabalho Experimental segundo a Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos da *Heineken* é descrito neste Capítulo. Aqui, são enumerados e descritos os diversos passos efectuados e respetivos resultados acoplados com uma abordagem argumentativa.

CAPÍTULO VII: ***CONCLUSÕES***

O Capítulo Conclusões corresponde à secção onde se encontram condensados os pontos fulcrais da dissertação assim como prespectivas futuras.

CAPÍTULO I

SOCIEDADE CENTRAL DE CERVEJAS E BEBIDAS, S. A.

1. SOCIEDADE CENTRAL DE CERVEJAS E BEBIDAS, S. A.

1.1. A EMPRESA

A ***Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A***. (SCC), como próprio nome indica, possui como âmbito da sua atividade a produção, não só de cerveja e malte, como também de bebidas como água e refrigerantes. Atualmente, a SCC pertence ao Grupo *Heineken* e tem como objetivos o foco na marca, consumidor e no cliente, eficiência operacional e inovação. Tendo como visão *"juntos, fazemos as marcas líderes que as pessoas adoram beber"*, a SCC assume o compromisso de ser a melhor empresa portuguesa de bebidas possuidora de um crescimento sustentado e de uma constante melhoria da quota em valor do mercado de bebidas.

Englobadas no Grupo SCC, encontram-se a Fábrica de Vialonga, a ***Sociedade Água do Luso, S. A.*** (SAL), a ***Certcer*** e a ***NSDU/Sodicel***. A SCC encontra-se sediada na Fábrica de Vialonga, em Vialonga, Concelho de Vila Franca de Xira (Portugal). As atividades principais desta unidade de produção constam no fabrico e comercialização de malte e cerveja. Assim, é neste estabelecimento que são concebidas as diversas cervejas de marca *Sagres*, *Foster's*, *Imperial*, *Cergal* e *Jansen*, cujos logótipos se encontram evidenciados pela **Figura 1.1**. Em relação à SAL, esta é composta pela Fábrica do Cruzeiro, localizada na Vacariça, concelho da Mealhada, onde decorre o abastecimento e comercialização de água mineral *Luso* e água de nascente *Cruzeiro*. A *Certcer* e a *NSDU/Sodicel* asseguram a pré-venda e distribuição em diversas regiões do país (SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx).

Figura 1.1 Marcas produzidas na Fábrica de Vialonga.

1.2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

A ***Sociedade Central de Cervejas*** surge em 1934 a partir da fusão de quatro cervejeiras de elevada notoriedade nacional: *Companhia de Cervejas Estrela*, *Companhia de Cervejas Coimbra*, *Companhia da Fábrica de Cerveja Jansen* e *Companhia Produtora de Malte e Cerveja Portugália*. No ano seguinte, é integrada a *Fábrica de Cerveja Trindade*.

A cerveja *Sagres* é lançada pela primeira vez no mercado em 1940, para representar a Sociedade Central de Cervejas, com uma cerveja de prestígio, aquando a realização da Exposição do Mundo Português. Um ano mais tarde, é lançada a cerveja *Imperial*, cujo nome popularizou o conceito de cerveja de barril servida a copo (Associação Portuguesa dos Produtores de Cerveja [APPC], 2012).

Em 1943, a cerveja parte para a conquista de novos horizontes, iniciando-se a exportação de cerveja para Gibraltar, Açores e territórios Ultramarinos. Em 1957, é estabelecida uma pareceria com a *Schweppes*, iniciando a comercialização de refrigerantes.

Foi a 1960 que a SCC adquiriu parte do capital da mais antiga água mineral *Luso* (mas apenas comercializando os seus produtos em 1970, com a aquisição de 52,5%). A 1968, inicia-se a produção na maior unidade fabril em território nacional, a Fábrica de Vialonga, fábrica esta inaugurada a 22 Junho do mesmo ano. Esta, possuía capacidade de produzir 110 milhões de litros de cerveja, 50 mil toneladas de malte e 21 milhões de litros de refrigerantes (SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx).

Em 1972, a SCC estabelece um acordo com a *Carlsberg S.A.* relativamente à produção e comercialização da cerveja *Carlsberg*. Em 1975,,ocorre a nacionalização da SCC. Em 1977, ocorre uma reestruturação do sector cervejeiro através da fusão de cinco das maiores empresas cervejeiras nacionais, em ***Centralcer*** (*Central de Cervejas EP*) englobando a SCC e a *Cergal* (*Cervejas de Portugal*) e a ***Unicer*** que engloba a CUFP, Copeja e Imperial.

A década de 80 tornou-se um período negro na história da empresa devido à crise da economia portuguesa especialmente no que toca à indústria cervejeira.

A 1990 verifica-se a privatização de 100% do capital da empresa, primeira privatização total no país. O grupo colombiano *Bavaria* adquire parte do capital da *Centralcer* e ingressa-se novamente numa fase de expansão, com o lançamento da *Jansen* (cerveja sem álcool), *Imperial*, entre outras. Com a privatização da *Unicer* pela *United Breweries* (possuidoras da marca *Carlsberg*), esta cerveja deixa de ser fabricada pela *Centralcer* (SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx).

Com a entrada do novo milénio, o grupo *Bavaria* vendeu a sua parte à *Parfil* (grupo empresarial constituído pela *Portugália, Banco Espírito Santo, Fundação Bissaya Barreto, Olinveste* e *Fundação do Oriente*). No mesmo ano, o grupo *Scottish&Newcastle,* um dos maiores grupos cervejeiros europeus, adquire 49% da Central de Cervejas (capital este que iria ser completamente adquirido em 2003). Em 2001, decorreu novamente uma reestruturação do grupo de sociedades, onde foi incorporada a *Central Control S.G.P.S., S. A.* e outras quatro empresas do grupo, passando a empresa a designar-se **SCC- Sociedade Central de Cervejas, SA**, sediada na Fábrica de Vialonga (APPC, 2012). Nos anos seguintes, decorreram diversas modernizações (em termos de imagem, instalações, etc.) sendo que em 2002 a *Sagres* é a marca de cervejas portuguesas mais vendida no mundo. Inicia-se a produção de *Jansen Preta* em 2003, *Cerveja Foster's* em 2004, *Sagres Bohemia* e *Sagres Zero* em 2005. É no ano de 2004 que a empresa assume a designação de ***SCC- Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A***, reforçando a sua posição no que diz respeito à produção e distribuição, não só de cervejas, como também de outras bebidas como água e refrigerantes. Em 2007, realizou-se um consórcio para a compra do Grupo *Scottish&Newcastle*, entre a *Carlsberg* e a *Heineken* e em 2008 a *Heineken* assume o controlo da SCC.

São lançados diversos produtos nos anos que se seguiram com especial destaque a *Sagres Puro Malte,* em 2012. A Novembro de 2012 é acordada com a NSDU a atividade de comercialização e distribuição de bebidas que era detida pela *Sodicel* desde 1959. Em 2013, é lançada a *Sagres Radler*.

Neste ano, a *Cerveja Sagres* e a *Água do Luso* são selecionadas para representar a cerveja e água no Pavilhão de Portugal durante a bienal de arte de Veneza, pois são tidas como símbolos da Portugalidade (SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx).

Na **Figura 1.2** está evidenciada a evolução dos logótipos da SCC, desde a sua criação até ao presente.

Figura 1.2 Historial dos logótipos da SCC.

1.2.1. Condecorações

Os diversos prémios atribuídos à marca são os seguintes (SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx):

1958, ***Prémio Excelência*** no Concurso Mundial de Cerveja (Gand - Bélgica);

1985, ***Troféu Ibero-Americano Tanit*** de Melhor Imagem de Marca em 1985 (Madrid-Espanha);

2010, **Prémio Marketeer**, Grande Consumo;

2010, ***Masters da Distribuição*** (Barril de 5 litros);

2010, ***Produto do Ano*** (Barril de 5 litros);

2007, 2010 e 2011, ***Magnetic Brand***;

2008 e 2011, ***Monde Selection,*** Medalhas International High Quality Trophy;

1998^{x2}, 1999^{x2}, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009^{x2}, 2010, ***Monde Selection,*** Medalhas de Ouro.

A marca *Sagres* é desde 2007 atribuída com o galardão Marcas de Confiança da Reader's Digest. Através de mais uma votação, a marca *Sagres*, consegue ser consolidar a sua posição, tornando-se também Marca de Confiança 2013, com cerca de 60% dos votos na escolha Cervejas (Seleções Reader's Digest, 2013).

1.3. ORGANIZAÇÃO ADMNISTRATIVA

Como referido anteriormente a Sociedade Central de Cervejas pertence, desde 2008, ao Grupo *Heineken*, grupo cervejeiro líder na Europa e uma das maiores empresas a nível internacional. Como em todas as empresas, é fundamental uma combinação de esforços e responsabilidades entre indivíduos para ser possível alcançar objetivos a nível colectivo, que seriam inatingíveis caso se tratasse de uma só pessoa. Deste modo, o modelo organizacional da SCC permite uma rentabilização máxima das metodologias de trabalho nas diferentes funções e regiões. Na **Tabela 1.1** encontra-se a estrutura orgânica atual da SCC, cuja organização garante todo o prestígio inerente à empresa.

Tabela 1.1 Estrutura da organização administrativa.

MESA DA ASSEMBLEIA GERAL	CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO	CONSELHO FISCAL
Presidente: Alberto Manuel Rosete da Ponte; *Secretário:* Martim Leitão Anahory	*Presidente:* Francisco Gomes de Carvalho Martins; Andrea Poletto; Ronald Den Elzen; Gonçalo José Zambrano de Oliveira; Richard Raymond Weissend José Luís Monteiro da Mata Torres; Luís Manuel Pinto Basto Vinhas; Luís Manuel Ramos Prata dos Santos; Nuno Miguel Ribeiro de Sousa Simes; Pascal Henri Alphonse Gilet; Pedro Esquivel Ayanegui	*Presidente:* André Miguel Andrade e Silva Junqueira Mendonça; *Efetivo:* Maria Paula Correia e Matos Viana Lopes Dias; *Efetivo:* Maria Margarida Araújo da Silva Martins; *Suplente:* António Augusto dos Santos Carvalho; *Revisor Oficial de Contas:* sociedade "KPMG & Associados – Sociedade de Revisores Oficiais de Contas, S.A." *Revisor Oficial de Contas Suplente:* Vítor Manuel da Cunha Ribeirinho

Na **Figura 1.3**, o organograma permite a visualização da rede de relações e respetivas camadas hierárquicas, uma estrutura que permite a dinamização da cooperação entre *Breweries* que trabalham em conjunto. A reestruturação da empresa decorreu a Março do presente ano (SCC, 2014).

Figura 1.3 Comissão executiva da SCC.

1.4. SECTOR DE ATIVIDADE

O consumo de cervejas em Portugal e consequentemente o sector cervejeiro, como reflexo da situação económica nacional, encontra-se numa fase de estagnação com uma certa inclinação para redução. No ano de 2012 o consumo *Per Capita* nacional verificou um decréscimo de cerca de 10% comparativamente ao ano anterior (Lichota, 2012). Apesar dos factos mencionados e contrariando esta tendência através do dinamismo e inovação, a SCC denota um crescimento atingindo uma quota de volume de 47,2% em 2012, consolidando a marca *Sagres* como líder no mercado nacional com 43,1% de quota de volume. A notoriedade da marca *Sagres*, graças à sua história e identidade nacional conferem-lhe um estatuto de marca com tradição. Através da constante avaliação de tendências e atividades do mercado de bebidas, a SCC possuí um modelo de organização e gestão racional de recursos, de forma a que as suas marcas satisfaçam clientes e consumidores.

Como se pode visualizar pela **Figura 1.4**, que representa a percentagem total da cota de mercado nacional, a Sagres é a marca líder desde Outubro de 2008, consolidando esta posição até ao presente, exceptuando raras ocasiões.

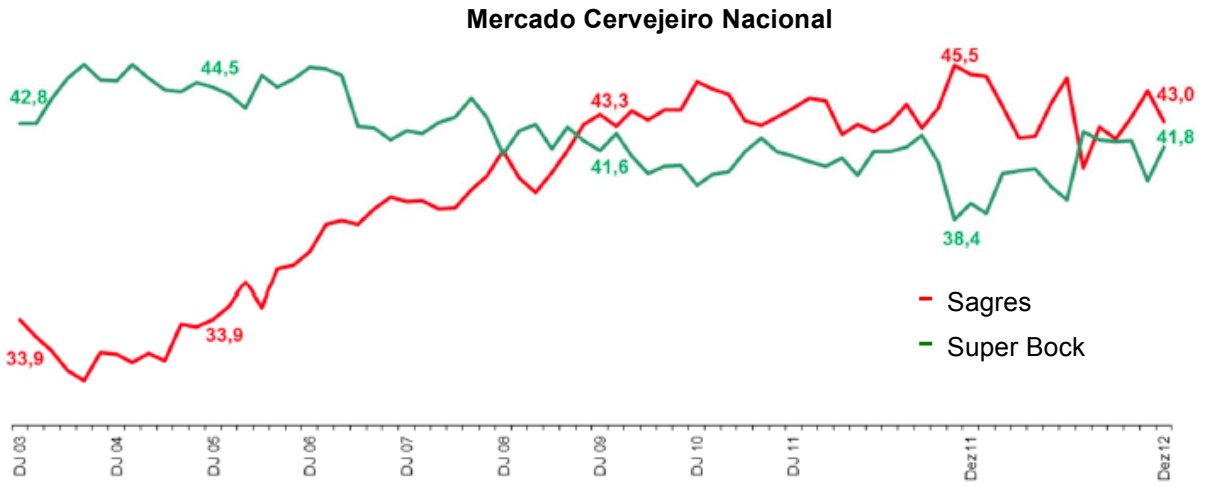


Figura 1.4 Evolução das quotas de valor do mercado cervejeiro nacional desde 2003 a Dezembro de 2012. Adaptado de SCC, 2013.

Em 2012, verificou-se que o consumo de cerveja era praticado pelos portugueses da seguinte forma: 64% através do canal *On Trade* (restauração) e 36% de *Off Trade* (hipermercados). Em relação a estes dois canais, o que constituí uma maior rentabilidade à SCC é o canal *On Trade,* cuja posição foi, em 2012, 50,4%, mantendo a liderança em relação ao ano anterior. O mercado cervejeiro português divide-se em três segmentos principais: *Mainstream* com 12,8%, *Economy* com 12,8% e *Premium* com 2,8%. O primeiro, é representado pelas marcas *Sagres* e *Super Bock*, liderando a sagres com 51%. No segmento *Economy,* a *Cergal* representa 17,9% e *Imperial* 6,8%, estando incluídas marcas como a Cristal, Marina. Em relação ao segmento *Premium,* este é representado pelas marcas *Heineken a 25,8%, Desperados 1,8%* sendo que a restante percentagem pertence às marcas *Carlsberg* e *Guinness* (SCC, 2013).

1.4.1. Desenvolvimento e comunicação

A arte da comunicação corresponde a uma das mais valiosas virtudes da sociedade humana e como tal a inserção de meios no sistema comunicacional motiva a evolução e o mercado. Para potenciarem os seus negócios, as empresas apostam não só em meios tradicionais mas também em novas tecnologias para estabelecer uma intimidade com o consumidor. O primeiro e um dos mais famosos *slogans* da marca *Sagres* surgiu em 1963, criado por José Carlos Ary dos Santos, "Cerveja Sagres, a sede que se deseja".

A marca, apelando sempre a um consumo moderado e responsável, interage com o público-alvo apresentando os frutos do seu trabalho, mantendo uma forte cumplicidade com os seus consumidores. Sagres, mantendo sempre como valores a confiança, familiaridade e portugalidade, nos últimos anos, tem também vindo a apostar em valores como a boa disposição, convivialidade, juventude e modernidade. Assim, *Sagres* destina-se a todos aqueles que adoram os pequenos prazeres da vida, aproveitando cada momento com alegria.

A marca Sagres está presente também no mundo do desporto-rei, destacando-se devido ao patrocínio da Seleção Nacional de Futebol desde 1993. A partir de 2008 a marca patrocina a 1ª liga de Futebol Profissional, associando-se à Zon em 2010, passando a denominar-se por *Liga ZON SAGRES*.

1.5. QUALIDADE, AMBIENTE E SEGURANÇA

A qualidade é um atributo cujo valor tem vindo a aumentar cada vez mais nas indústrias, de modo a garantir a produção de um produto de excelência, primando a satisfação dos consumidores e criando vantagem sob a concorrência. De modo a demonstrar a credibilidade e garantir o cumprimento e reconhecimento das organizações em questões não só de qualidade como também alusivas ao ambiente e segurança, existem normas que são acreditadas por entidades certificadoras.

1.5.1. Normas ISO

Embora a qualidade tenha sido sempre uma preocupação constante da SCC, sobretudo numa óptica de controlo de qualidade, a SCC efetuou em 1996, a certificação do Sistema de Qualidade pelo Instituto Português da Qualidade segundo a norma ISO 9001, sendo a primeira cervejeira nacional a conseguir o Certificado de Qualidade. Foi no ano de 2008 que foi atribuída pela Agência Portuguesa do Ambiente, a Licença Ambiental, uma incumbência legal para indústrias de grande dimensão. Para além desta, foi também concedida a Certificação Ambiental pela Associação Portuguesa de Certificação, segundo a norma NP EN ISO 14001. Este documento, permite um reconhecimento externo da capacidade e competência da empresa no que diz respeito à aplicação de práticas adequadas de gestão ambiental, implementação de comportamentos, processos e tecnologias viáveis. A SCC conquista em 2011, o certificado de Sistema de Gestão da Segurança Alimentar de acordo com a ISO 22000, atribuído pela Associação Portuguesa de Certificação. Este reconhecimento

demonstra o compromisso da SCC no que diz respeito à comercialização de produtos seguros e de qualidade, devido à prática constante de estritos padrões de segurança alimentar (Machado, 2010).

1.5.2. Total Productive Management

O *Total Productive Management* (TPM) trata-se de um sistema desenvolvido no Japão para auxiliar a Gestão da Produtividade Total, através da eliminação de perdas, defeitos e avarias, diminuição de custos e garantir a qualidade em empresas com processos de atividade contínua. Englobando assim os diversos sectores do sistema produtivo e incutindo uma cultura de melhores práticas de trabalho a nível organizacional, limpeza e espírito de equipa, este processo foi implementado em 2004 na SCC, com o intuito de alcançar o nível de excelência obtido pelas melhores empresas no sector.

O projeto-piloto apenas arrancou em 2005, na área de enchimento (área prioritária devido a perdas de grande impacte) e devido aos resultados obtidos, foi alargado às restantes áreas da fábrica. Com a entrada no grupo *Heineken*, o projeto TPM sofreu algumas alterações nomeadamente a nível de metodologia, passando esta a ser fundamentada em correntes mais atuais da filosofia japonesa.

Todos os anos, são criadas diversas equipas de melhoria nos diferentes pilares TPM, explicitando o interesse e relevância na procura da melhoria dos indicadores de qualidade e produtividade, elevando cada vez mais a empresa a novos níveis de excelência.

1.5.3. Laboratory *Star System*

A certificação dos laboratórios por este sistema na Fábrica de Vialonga obteve-se em 2011. O *Laboratory Star System* (LSS) consta numa metodologia *Heineken* de Sistema de Qualidade de Laboratório, baseada na norma ISO 17025, que garante a fiabilidade, eficiência e melhoria contínua das análises abrangidas, sejam elas físico-químicas, microbiológicas ou sensoriais. Deste modo, é possível produzir indicadores de qualidade que avaliem a conformidade das características dos produtos, processos e materiais segundo as especificações inerentes a cada, assim como a adequação dessas especificações.

1.6. FÁBRICA DE VIALONGA

Foi no ano de 1968 que se iniciou a produção na Fábrica de Vialonga, localizada na Estrada da Alfarrobeira, um complexo fabril cuja área total é de aproximadamente 35 hectares e área coberta de 7 hectares. As atividades principais desta unidade de produção constam no fabrico e comercialização de malte e cerveja (Fernandes, 2012).

1.6.1. Instalações

De uma forma geral, o complexo fabril pode ser segmentado em oito diferentes zonas, como se pode observar na **Figura 1.5**. O abastecimento de água é efectuado a partir de furos localizados no complexo fabril.

Figura 1.5 Vista aérea da Fábrica de Vialonga, evidenciando os diferentes sectores. A, Silos e malteria; **B,** Enchimento de cerveja (**1**, linha R; **2,** linhas 1 à 6; **3,** barril)**; C,** Sala de desenho, oficinas, armazém de assistência técnica; **D,** Produção de cerveja (seções de brassagem, propagação de leveduras, fermentação, adegas, filtração, recuperação de CO_2); **E,** Armazém de produto acabado; **F,** ETAR e parque de resíduos; **G,** Laboratórios de controlo de Qualidade e de inovação e desenvolvimento; **H,** Área administrativa, Serviços sociais e *Marketing*. Adaptado de Fernandes, 2012.

1.6.2. Produtos fabricados

Na unidade fabril de Vialonga, são fabricadas diversas variedades de cervejas da marca *Sagres,* mas também cervejas *Foster's*, *Imperial, Cergal* e *Jansen* (**Figura 1.6**). As cervejas produzidas em Vialonga, podem ser embaladas de acordo com as seguintes categorias: Barril (5 L; 20 L; 30 L e 50 L), Garrafa Tara Perdida (0,20 L; 0,25 L; 0,33 L; e 1 L), Garrafa Tara Retornável (0,20 L e 0,33 L) e Lata (0,25 L; 0,33 L; 0,50 L). Em seguida, encontram-se o portefólio da marca onde são apresentadas de forma detalhada as marcas e respetivas cervejas produzidas (SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx).

Figura 1.6 Exemplos de cervejas fabricadas na Fábrica de Vialonga.

A cerveja **Sagres Branca** corresponde à cerveja representativa da marca, desde 1940, englobada no segmento *Mainstream*. Consta numa cerveja Lager tipo *Pilsen*, cor clara e dourada, medianamente encorpada, carácter seco, detentora de uma amargura agradável. O volume alcoólico é de 5,0%. No seu fabrico são utilizados produtos 100% naturais, como água, malte, diferentes tipos lúpulos escolhidos rigorosamente e cereais não-maltados, não se aplicando aditivos nem conservantes. Esta cerveja apresenta-se em diferentes formatos, como a garrafa, barril e lata sendo que a mais familiar é a garrafa tara retornável de 33 cL cuja evolução não se deixou de notar ao longo dos anos, como se pode ver pela **Figura 1.7**, aprimorando as expectativas do consumidor.

Figura 1.7 Evolução da garrafa de *Sagres Branca* desde o seu lançamento em 1940 até ao presente. Adaptado de SCC, http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx

A cerveja **Sagres Preta**, também lançada em 1940, corresponde a uma cerveja Lager tipo Munique, cor escura, medianamente encorpada, detentora de um aroma ligeiramente torrado e a caramelo. O volume alcoólico é de 4,1%. É tida em conta como "uma bebida alternativa para uma minoria que quer descobrir a diferença"**.** A **Sagres Bohemia** é uma cerveja mais nova, lançada no ano de 2005, pertencente ao segmento *Premium*. Corresponde a uma cerveja Lager tipo *Pilsener* especial, uma cerveja ruiva, de cor âmbar com uma tonalidade avermelhada. É uma cerveja encorpada e intensa, possuidora de um aroma frutado e espuma cremosa, ótima para acompanhar refeições. O volume alcoólico é de 6,2%. Esta cerveja passou a ser fornecedora da *Casa Real Portuguesa*, através de um acordo realizado em 2009. A cerveja **Sagres Sem Álcool,** inicialmente designada como Sagres Zero, cujo lançamento foi em 2005, tipo Cerveja Sem Álcool, corresponde a uma cerveja de cor dourada. É uma cerveja leve, refrescante e com um agradável odor a lúpulo. Pela

sua característica principal, o fato de a graduação alcoólica ser praticamente nula, é uma alternativa à cerveja com álcool, especialmente em alturas de condução. O volume alcoólico é de 0,3%. Dentro da marca *Sagres,* foi introduzida em 2012 uma nova cerveja com um conceito diferente, a **Sagres Radler.** Esta cerveja tem como inspiração uma receita da Baviera que tem como base a combinação de cerveja *Sagres* com sumo de limão natural. Possuindo um sabor característico a limão, trata-se de uma bebida extremamente refrescante e natural, de baixo teor alcoólico (apenas 2%). No ano de 2014, a marca lança a Sagres 0,0% Radler, uma vertente não-alcoólica e ainda a Sagres Lima Gengibre, aromatizada com sumo de lima e gengibre, proporcionando aos consumidores um vasto leque de produtos aplicados a diversas ocasiões de consumo.

A cerveja **Foster's** representa uma cerveja australiana, lançada pela primeira vez em 1887. É uma cerveja do tipo Lager. Possuidora de uma cor dourada, fornece uma sensação amarga e cremosa. Tem um teor alcoólico de 5,0%.

A **Imperial** foi lançada em 1941 como uma marca de luxo no ramo cervejeiro, cujo vocábulo passou a ser aplicado para a denominação de cerveja em barril servida a copo. A produção desta cerveja foi interrompida e em 1995 surge a marca *Imperial*, uma cerveja tipo Lager, leve e dourada, direcionada para o público mais jovem. O teor alcoólico é 4,5%.

A **Cergal,** corresponde a uma cerveja do segmento *Economy*, uma cerveja tipo *Lager*. Trata-se de uma cerveja suave e ligeira, com um toque de lúpulo ligeiramente acentuado, com tonalidade dourada e com um teor alcoólico de 4,7%.

A cerveja **Jansen** pertence à classe de Cervejas Sem Álcool. Esta cerveja foi lançada em 1861 e era fabricada pela *Fábrica de Cervejas Jansen*, porém, foi descontinuada após a formação da SCC. A cerveja reapareceu no mercado em 1993 sob designação de *Jansen Sem Álcool*.

CAPÍTULO II

A QUALIDADE

2. A QUALIDADE

A qualidade corresponde a um parâmetro vasto e extremamente complexo que pode ser definido através de diversas características do produto visando a satisfação do consumidor, facto esse que torna a qualidade um conceito subjetivo. Esta avaliação pode ser realizada através de métodos sensoriais ou instrumentais e abrange propriedades sensoriais, valores nutricionais, constituintes químicos, parâmetros mecânicos, atributos funcionais, entre outros (Almenar *et al.*, 2010). Em suma, a qualidade corresponde à conformidade e ao grau de excelência de um determinado produto, cujo conjunto de características contribuí para a sua aceitação. O consumidor, cada vez mais, é um indivíduo consciente e minucioso nas suas escolhas alimentares e assim, torna-se fundamental para uma indústria alimentar garantir que os seus produtos são de qualidade face ao mercado competitivo em que se encontram. Para a grande maioria das matérias primas e restantes produtos alimentares, já foram estabelecidos padrões de qualidade e requisitos de conformidade, o que faz com que produtos que não possuam níveis de qualidade suficientes, não consigam sobreviver ao mercado.

Assim, urge a cada indústria alimentar a aplicação de sistemas de manutenção de qualidade, para evitar o aparecimento de defeitos e garantir que o produto vá de encontro às expectativas e exigências do consumidor. Estes sistemas, correspondem a sobretudo a uma reavaliação recorrendo à organização, controle e aperfeiçoamento constante do processo de produção, procurando a produtividade, flexibilidade alargada, aumento da margem lucro e sucesso na competitividade, componentes fundamentais intrínsecas à estrutura de qualquer organização. Apesar do objetivo ser comum a todas as organizações, devido à constante evolução, para alcançar os objetivos, existem diversas correntes de ideias e perspetivas distintas que focam a melhoria dos processos desde aquisição de recursos até à venda. É da responsabilidade de cada organização a escolha do modelo estratégico e respetivas ferramentas a implementar (Giovannucci & Satin, 2007).

Em relação à gestão do processo produtivo, a principal estratégia é a Gestão Estratégica da Manufactura que tem como objetivo a implementação de ferramentas de modo a promover uma optimização dos serviços prestados pela organização. Deste modo, é possível a satisfação das necessidades do consumidor segundo um intervalo de tempo curto, preço reduzido e com garantia de um produto de excelência. Assim, existem inúmeras ferramentas: *Total Productive Management (*TPM), *Balanced Scorecard, Kaisen,* 5 S's (*housekeeping),* Treino, Padronização, entre outras (Guelbert, 2008). Tal como referido no capítulo anterior, a Sociedade Central de Cervejas tem implementado o *Total Productive Management*, ferramenta que será descrita ao longo deste capítulo.

2.1. TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT, TPM

O *Total Productive Management* (TPM) foi um sistema desenvolvido na década de 70 no Japão por Seiichi Nakajima, pela combinação de ideias sobre manutenção. Foi implementada pela primeira vez pela empresa *Nippon Denso*, pertencente ao grupo *Toyota* e tem vido a ganhar cada vez mais popularidade devido à sua eficiência e flexibilidade que garante uma melhoria na *performance* das organizações.

Esta ferramenta auxilia a Gestão da Produtividade Total, através da manutenção autónoma da produção que visa a garantia da qualidade, satisfação dos clientes, melhoria contínua, diminuição de custos e eliminação de perdas, defeitos e avarias, em todos os sectores da organização. Deste modo, o esforço do emprego deste sistema permite a prevenção de todo o tipo de perdas, alcançando-se os chamados "zeros": zero acidentes, zero defeitos e zero falhas (Coelho, 2008).

2.1.1. Evolução do TPM

O TPM, como já referido, evoluiu da correlação de ideias sobre gestão. A primeira fase, *"Manutenção de Ruptura"* corresponde à altura da implementação das primeiras indústrias, onde a grande maioria das falhas se deviam ao uso incorreto do equipamento e apenas se fazia manutenção quando já não havia possibilidade de operar o mesmo (Coelho, 2008).

No período após a Segunda Guerra Mundial, houve o reconhecimento por parte de indústrias japonesas da necessidade de melhoria do negócio e assim decorreu a importação de técnicas de gestão dos Estados Unidos cuja implementação resultou na melhoria da *performance*. A 1951, surge o conceito de "*Preventive Maintenance"* que está relacionado com o acompanhamento das condições dos equipamentos de modo a aumentar a vida útil dos mesmos através da aplicação de medidas que evitam falhas. Em 1957, aparece o conceito *"Corrective Maintenance"* que corresponde a uma melhoria dos conceitos de manutenção preventiva, melhorando a manutenção e aumentando a confiabilidade nos equipamentos. Em 1960, surge *"Produtive Maintenance"* que elimina a necessidade de manutenção dos equipamentos e linhas de produção através de uma projeção cuidada. O *"Total Productive Maintenance"* surge em 1971 e corresponde à evolução e combinação de todos estes conceitos objetivando então, a redução de custos relacionados com o ciclo de vida do equipamento através da combinação de diversas técnicas de aproximação inovadora à manutenção (Soares, 2007).

2.1.2. Fundamentos

O TPM incute uma cultura de máxima eficiência através de optimização dos equipamentos, melhores práticas de trabalho, manutenção autónoma, aperfeiçoamento da habilidade do operador, envolvimento de todos os funcionários desde a alta administração até à frente de operação e espírito de equipa, com o intuito de alcançar o nível de excelência obtido pelas melhores empresas no sector (Guelbert, 2008). Deste modo, engloba toda a organização, ou seja, tanto o ciclo produtivo (produção, qualidade, manutenção, segurança e ambiente) como o administrativo de modo a que as sinergias desta interação resultem na máxima eficiência dos equipamentos e na redução de falhas, através da exploração do conceito de quem trabalha com o equipamento é quem melhor o domina (Suzuki, 1994).

As principais metas do TPM são as seguintes: garantia da eficiência máxima dos equipamentos (através do cumprimento dos requisitos operacionais do equipamento e respetivos programas de manutenção, melhoria dos pontos críticos e aumento da capacidade técnica dos operadores);

implementação de um programa de manutenção e melhoria contínua (efetuada pelos próprios operadores) de modo a optimizar o ciclo de vida útil dos equipamentos; participação dos diversos departamentos na implementação do TPM; envolvimento de todas os colaboradores da empresa tendo todos uma participação ativa, evitando um ambiente de frustração; criação de um ambiente de trabalho seguro e com reduzido impacte ambiental e, ainda, incutir princípios de trabalho em pequenas equipas interfuncionais e autónomas com o objetivo de consolidar ações de melhoria contínua aumentando assim os graus de motivação, confiança e desempenho dos colaboradores (Mirshawka & Olmedo, 1994).

De modo a garantir a política dos "zero impacte ambiental, zero acidentes, zero defeitos e zero falhas", o TPM comporta seis dimensões essenciais: ***Higiene, Ambiente e Segurança*** cujo objetivo é a redução de acidentes e quase acidentes e a gestão de recursos; ***Distribuição*** que apela ao cumprimento e melhoria de prazos de entrega; ***Despesas*** que objetiva a redução de encargos monetários; ***Motivação dos colaboradores*** que introduz práticas de melhoria continua e trabalho em equipa; ***Produtividade*** através de um maior rendimento e redução de avarias e falhas e ainda, ***Qualidade*** que tem como principais objetivos a redução de defeitos e consequente redução de queixas e reclamações (Fernandes, 2012).

2.1.3. Implementação do TPM

De acordo com os benefícios que confere à empresa, a implementação do TPM pode ser realizada num sector específico ou em toda a sua estrutura. Qualquer que seja a área de aplicação, a metodologia de implementação requer a passagem por quatro etapas distintas suportadas por diversas ações (**Figura 2.1)**. Por norma, o período de tempo da implementação do TPM é de pelo menos três anos, para que deste modo seja possível uma implementação com sucesso, sem ocorrer a negligência de nenhum passo (Nakajima, 1988).

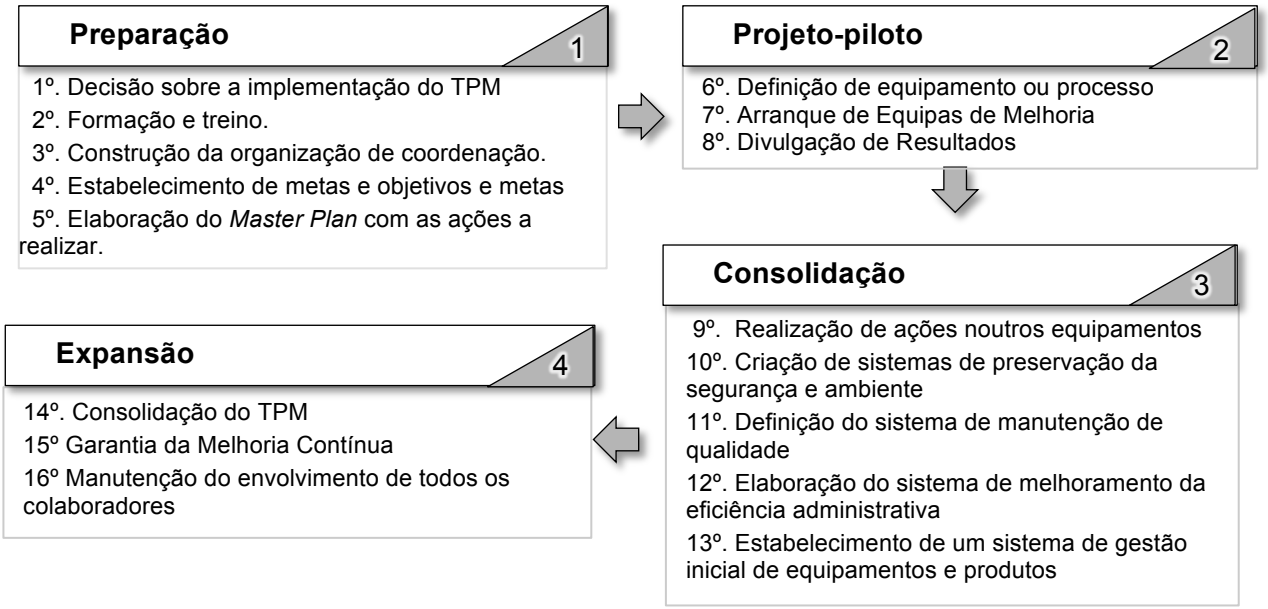


Figura 2.1 As quatro etapas da implementação do TPM. Adaptado de Fernandes, 2012.

2.1.4. *Key Performance Indicator* e Registo de falhas

A qualidade do desempenho de um determinado processo e o sucesso no alcance de objetivos, podem ser medidos pelos *Key Performance Indicator* (KPI), que são definidos por cada organização, consoante os objetivos estratégicos delineados. Assim, numa determinada empresa, podem ser aplicados diversos KPI que auxiliam o Sistema de Gestão, através do fornecimento de dados e diagnósticos que permitem acompanhar os resultados obtidos, eficiência da atividade e impactos monetários da mesma. Os KPI possuem um vasto leque de aplicações: em ***Ambiente e Segurança*** residem em acidentes e níveis de poluição; a nível de ***Despesas*** encontram-se todos os custos relacionados com a manutenção e recursos; em ***Entregas***, correspondem a atrasos e a níveis de *stock;* a nível de ***Motivação***, são obtidos por sugestões e questionários, na ***Produção***, relacionam-se com a produtividade e quebras e na ***Qualidade***, estão relacionados com defeitos no produto e reclamações de clientes (Fernandes, 2012).

Os KPI ajudam na compreensão das falhas relativas ao processo produtivo. A eliminação das falhas é importante, no entanto, é importante verificar e corrigir pequenas imperfeições que poderão estar encobertas (pó, sujidade, deformações, etc.) visto que a paragem de um equipamento não é provocada apenas por falhas inesperadas, mas também por uma deterioração progressiva do material.

A Disponibilidade, corresponde ao tempo em que um determinado equipamento ou instalação está apto para executar um trabalho produtivo e é também um fator importante na medida em que quanto maior for, implica uma maior produção. É possível calcular a Disponibilidade através da divisão entre o tempo de produção pela soma do tempo de produção com o tempo de manutenção, como se pode observar pela equação (Mobley *et al.*, 2008).

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Produção}{Tempo\ (Produção - Manutenção)} \qquad (2.1)$$

Deve então ser efectuada a manutenção do registo de falhas e perdas de modo a garantir o cumprimento de um programa de acordo com as necessidades básicas dos equipamentos (Coelho, 2008). Existem 5 contra-medidas que colaboram para a eliminação de falhas: Manutenção de condições básicas (limpeza, reajuste de parafusos, lubrificação); Melhoria de lacunas de fabrico; Melhoria de conhecimentos de operação e manutenção; Realização de procedimentos adequados; Recuperação de zonas deterioradas (Nakajima, 1988). Numa indústria, existem 16 causas principais de perdas que são agrupadas em quatro grupos: Equipamento, Mão de Obra, Materiais e Recursos (**Figura 2.2**).

Figura 2.2 Principais perdas do processo produtivo. Adaptado de Heineken, 2012.

2.1.5. Estrutura

Segundo Mirshawka e Olmedo (1994), uma boa prática de manutenção requer uma escala comportada por 5 níveis de TPM: **TPM_0,** *Total Productive Management,* alcançável quando atingidos todos os níveis; **TPM_1,** visa a melhoria e confiabilidade no equipamento e a redução de custos; **TPM_2,** *Total Productive Manufacturing*, estabelece interligações entre os colaboradores que exercem uma função na produção; **TPM_3,** *Total Process Management*, que objetiva a administração das interfaces do processo total e **TPM_4,** *Total Personnel Motivation*, envolvimento de todos os colaboradores no desenvolvimento de aptidões, conhecimentos e ferramentas que podem influenciar o processo (Soares, 2007).

Nas diversas organizações, o TPM comporta equipas de coordenação específicas para cada departamento que garantem o desenvolvimento de uma promoção efetiva do TPM, designados por pilares. Os pilares constituem o elo de ligação ente o comité de direção e as equipas de implementação como demonstra a **Figura 2.3**. Cada pilar tem um objetivo estratégico adaptado à organização, fator que permite pequenas alterações da atividade inerentes ao objetivo de redução/eliminação de perdas.

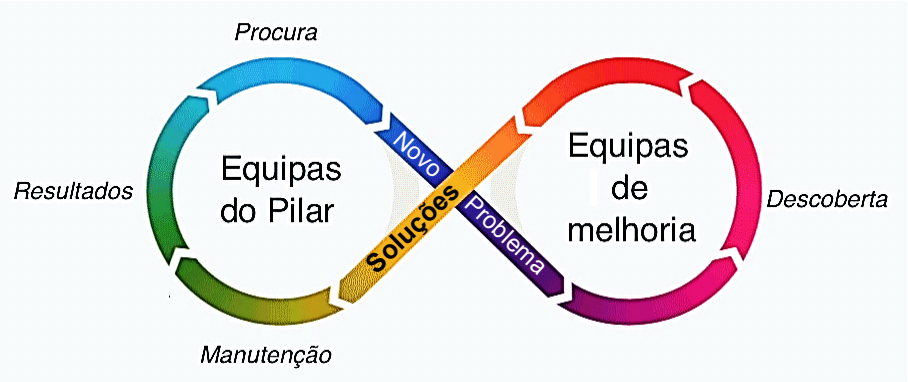


Figura 2.3 Interação entre as equipas do pilar e as equipas de melhoria.

As principais atividades de cada pilar são a análise de problemas como perdas e falhas, escolha de equipas de melhoria, treino e desenvolvimentos do comité operativo, desenvolvimento de sistemas de modo a prevenir perdas, definição do modo de trabalho e ferramentas necessárias, remoção de barreiras para o sucesso das equipas e realização de auditorias. A **Figura 2.4** corresponde à sequenciação das diversas atividades do pilar. Deste modo, o pilar, através da integração de normas do TPM, garante a qualidade dos sistemas aplicados: Manutenção Diária, Prevenção de Perdas; Gestão Operacional; Sistema de auditoria (Heineken, 2009c).

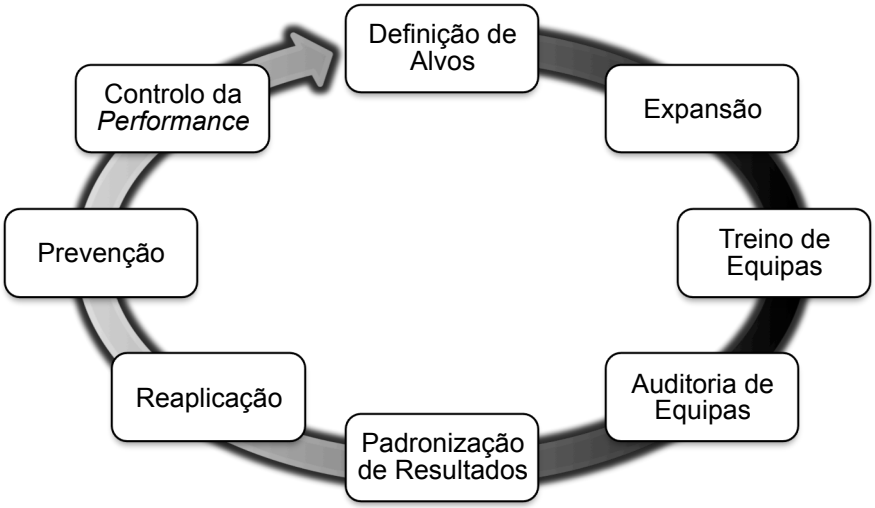


Figura 2.4 Atividades dos pilares do TPM.

O TPM no grupo *Heineken* comporta 9 pilares, suportados pelo programa 5S, como evidenciado pela **Figura 2.5**. Os seis primeiros têm foco principal na manufatura, ao passo que os restantes já vão para além da produção.

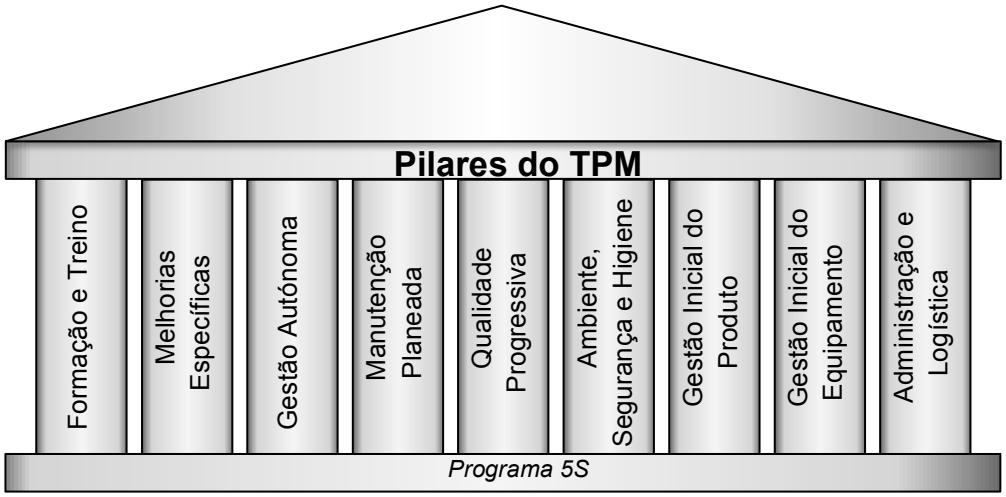


Figura 2.5 Pilares do TPM praticados pelo grupo *Heineken*.

2.1.5.1. Formação e Treino

Este Pilar constituí um alicerce importantíssimo à implementação do TPM. É graças à combinação e gestão de competências que se conseguem superar os problemas técnicos que vão surgindo. Tendo em conta as necessidades prioritárias de formação, é possível promover o desenvolvimento de competências e habilidades através de ações de formação, para que seja possível a prevenção e a solução de falhas ao longo do processo produtivo (Fernandes, 2012).

As atividades específicas deste pilar destinam-se à formação em fundamentos de manutenção, diagnóstico de equipamentos, deteção de avarias, capacidades de reparação, resolução de problemas, sistemas de tecnologia preditiva, ferramentas básicas de Qualidade, controlo estatístico do processo e melhoria contínua (Coelho, 2008).

2.1.5.2. Melhorias Específicas

A visão deste Pilar reside na redução de falhas e optimização dos processos através do emprego sistemático de metodologias de melhoria contínua. Neste sentido, os principais envolvidos são os indivíduos pertencentes à produção, manutenção e engenharia. Devido aos objetivos definidos em termos de produtividade, volume e qualidade e aos KPI derivados dos sistemas de controle diário, é possível a identificação de falhas do processo produtivo e lançamento de equipas específicas de melhoria. As ações destas equipas constam na identificação de pontos críticos, causas, elaboração de propostas de melhoria e estabelecimento de condições ideais do equipamento (Coelho, 2008).

2.1.5.3. Gestão Autónoma

Este Pilar, desenvolvido pelos operadores de produção, visa a manutenção constante dos equipamentos e local de trabalho, de forma a que estes se mantenham em excelentes condições, retardando deste modo a deterioração. A gestão autónoma é conseguida através da compreensão e conhecimento dos equipamentos através de ações de formação dadas por pessoal especializado e da realização de tarefas de controlo autónomo dos equipamentos como inspeção-geral dos equipamentos, limpeza, lubrificação, reparação de pequenas avarias, reaperto de parafusos desajustados, entre outros (Venkatesh, 2007). É necessário que sejam criadas condições que facilitem a limpeza e a inspeção, estabelecer padrões neste sentido para que a identificação das perdas sejas facilitada, elaborar medidas de controlo rotineiras e elaborar propostas de melhoria que visem uma maior eficiência dos processos e equipamentos (Fernandes, 2012).

Caso se registem anomalias, estas devem ser registadas através da realização de etiquetas categorizadas consoante o tipo de anomalia e/ou a resolução da mesma: **azuis**, caso a solução de problemas seja elaborada pelos operadores e **vermelhas**, pelo pessoal da manutenção (Yamaguchi, 2005).

2.1.5.1. Manutenção Planeada

De forma similar ao que acontece na Gestão Autónoma, este Pilar tem como objetivo a prevalência das características ótimas dos equipamentos. A postura proactiva e realização de operações eficientes e rentáveis, por parte dos operadores e pessoal da manutenção, na prevenção da deterioração dos equipamentos e áreas de trabalho é fundamental para o alcance dos objetivos de uma empresa. Assim, as atividades inerentes a este pilar são a manutenção preditiva, inspeção periódica, realização de melhorias e inspeção de sobressalentes (Coelho, 2008).

2.1.5.1. Qualidade Progressiva

O principal objetivo deste Pilar reside na satisfação das expectativas do cliente e consumidor, graças à comercialização de produtos sem qualquer tipo de defeitos de modo a evitar o abate devido às não-conformidades (Venkatesh, 2007). Neste pilar os operadores, através de boas práticas de produção e as chefias, graças à supervisão, constituem um papel fundamental. Existem inúmeras atividades que vão de acordo com os princípios deste pilar: estudo da relação entre características do equipamento e condições de processamento; definição de especificações; estabelecimento de condições que previnam defeitos e respetiva monitorização; investigação dos defeitos e avaliação da gravidade dos mesmos; implementação de ações corretivas; lançamento de equipas de melhoria e elaboração de propostas de melhoria (Fernandes, 2012).

Englobado no Pilar da Qualidade, a *Heineken* implementou o conceito de *First Time Right* (FTR), que, como o próprio nome indica, sugere a realização de um trabalho correto sempre que este é iniciado, através da obtenção de resultados em conformidade com as especificações, evitando as despesas associadas ao abate e os custos de reprocessamento (Coelho, 2008). Deste modo, o FTR permite a caracterização em termos de eficácia e respetiva qualidade de um processo ou de uma secção, através de diversas análises. O FTR é indicador percentual que quanto maior for, indica melhor desempenho, sendo que se for 100% indica condições ótimas do processo produtivo. Como se pode ver pela equação, é calculado através da percentagem da divisão da subtração do número de amostras analisadas pelo número de amostras fora de especificação pelo número de amostras analisadas (Fernandes, 2012).

$$FTR = \frac{nº(amostras\ analisadas - amostras\ fora\ de\ especificação)}{nº\ amostras\ analisadas} \times 100 \qquad (2.2)$$

2.1.5.1. Ambiente, Segurança e Higiene

O encargo deste Pilar consiste na garantia da segurança no trabalho, criação de ambientes limpos e sem poluição e a utilização sustentável de recursos ambientais e energéticos. Deste modo, constituí um fator motivador de todos os envolvidos na empresa. As atividades deste pilar são diversas: ações de limpeza e arrumação; definição de uma política ambiental; estudo e sinalização das eventuais situações de risco e impacte ambiental; melhoria ergonómica dos equipamentos; ações de formação

a nível da Segurança Industrial e Ambiental e redução dos desperdícios energéticos (Venkatesh, 2007).

2.1.5.2. Administração e Logística

É através do Pilar Administração e Logística que são criadas as condições ideais à implementação do TPM, administração de conteúdos burocráticos, definição das condições ideais de funcionamento dos restantes Pilares e ainda a gestão do sistema logístico da empresa (Coelho, 2008).

2.1.5.3. Gestão Inicial do Produto e Equipamento

Devido à semelhança dos seus fundamentos e objetivos estes dois pilares são muitas vezes agrupados num só. Baseiam-se na aprendizagem adquirida de experiências de equipas dos restantes pilares, incorporando melhorias na próxima geração de produtos e *design* de equipamento. Por outras palavras, consiste no desenvolvimento, planeamento e conceção de projetos de modo a melhorar as falhas verificadas anteriormente. Neste pilar estão envolvidas equipas de operação, manutenção e engenharia (Venkatesh, 2007).

O pilar de ***Gestão Inicial do Produto*** é responsável pela gestão da elaboração de produtos através da criação de projetos inovadores, de forma a produzir e lançar no mercado um novo produto com maior valor acrescentado. No caso do pilar de ***Gestão Inicial do Projecto*** o objetivo consiste na eliminação do potencial de perdas através do desenvolvimento de equipamentos com pouca probabilidade de avaria, que requeiram reduzida manutenção, fácil operacionalidade e maior segurança, de modo a melhorar a eficiência global do equipamento e garantir a qualidade dos produtos.

Assim, estão envolvidas ferramentas de controlo e gestão e ações como a deteção de pontos fracos e definição de determinados aspectos: operacionalidade, recursos, segurança, ambiente e manutenção autónoma (Coelho, 2008).

2.2. FERRAMENTAS AUXILIARES AO TPM

O TPM tem como suporte algumas ferramentas que envolvem uma série de metodologias que auxiliam a gestão dos seus pilares. Todas estas ferramentas têm por base o conceito de *brainstorming*, ou seja, técnicas de dinâmica de grupo que exploram a potencialidade da troca de ideias acerca de determinados assuntos através de um esforço mental dos envolvidos.

2.2.1. Lição de Um Ponto (LUP)

A LUP corresponde a uma instrução de trabalho redigida de forma clara, bastante perceptível e ilustrativa que elucida os operadores e técnicos de manutenção sobre os procedimentos a seguir em

relação a determinados pontos críticos que necessitam ser padronizados. Esta ferramenta permite a execução correta das mais diversas funções, evitando, como tal, trabalho excessivo e desnecessário. Qualquer colaborador pode elaborar uma LUP de modo a compartilhar informações e transmissão de conhecimento entre colegas de uma forma simples e objetiva. As LUP são afixadas na área de trabalho, durante um determinado período de tempo, na respetiva zona de ação. Todos os colaboradores que tiverem formação sobre os conteúdos escritos neste ficheiro devem assinar como compromisso de cumprirem as atividades descritas.

2.2.2. Sistema 5 S

O nome desta ferramenta é alusivo a um conjunto de cinco palavras japonesas iniciadas pela letra "S" que correspondem a cinco sensos diferentes que indicam a metodologia a aplicar, num sistema cíclico: *Seiri* (Utilização), *Seiton* (Organização), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Melhoria Contínua) e *Shitsuke* (Disciplina). É um sistema que tem como objetivo a organização e limpeza do local de trabalho e a padronização das suas ações para que haja uma melhoria da produtividade, segurança e eficiência a nível qualitativo graças à simplificação e organização do ambiente de trabalho, redução de desperdícios e atividades desnecessárias. Esta ferramenta tem como fundamento o principio da visibilidade, onde sobressalta os pontos menos corretos que possam existir (Yamaguchi, 2005). Na implementação dos 5 S estão envolvidos 5 passos essenciais que se encontram representados na **Figura 2.6** (Charantimath, 2009).

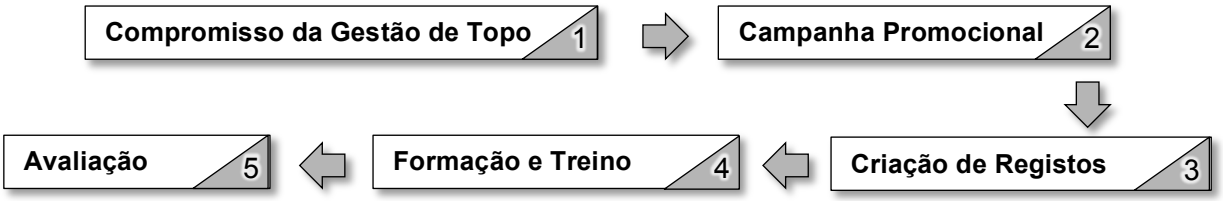


Figura 2.6 Passos de implementação do sistema 5 S.

2.2.2.1. Seiri – Utilização

Corresponde a um conceito de "senso de utilização" onde é separado e preservado o material necessário daquele que é considerado supérfluo para a área em questão. O material desnecessário possui diversos destinos, pode ser encaminhado para uma outra secção onde faça falta, vendido, arranjado ou então é descartado em recipientes adequados. É finalidade deste passo a redução de desperdícios, tempo de procura de objetos e espaço, aproveitamento dos recursos disponíveis evitando a possibilidade de compras em duplicidade e custos desnecessários e ainda evitar o vencimento do prazo de validade dos determinados itens (Charantimath, 2009).

2.2.2.2. Seiton – Organização

O passo *Seiton* diz respeito à arrumação, armazenamento de forma eficaz e identificação devida, para que a procura dos objetos seja facilitada evitando perdas de tempo. Cada item deve ser armazenado num local predeterminado seguindo o pensamento de "um lugar para cada coisa e cada

coisa no seu lugar", sendo que os objetos com maior frequência de utilização deverão estar num local de acesso fácil. Existem alguns requisitos relacionados com este senso: as áreas de trabalho devem ser delimitadas; os locais dos itens devem ser corretamente identificados a partir de etiquetas ou códigos de controlo e após a utilização os objetos devem ser repostos no local exato (Coelho, 2008).

2.2.2.3. Seiso - Limpeza

O *Seiso* corresponde ao 3º passo do sistema 5S e tem como objetivo a limpeza completa do local de trabalho e todos os instrumentos que ela comporta. É graças a ações de limpeza que é possível a inspeção e solução de problemas que se encontravam previamente encobertos pela sujidade (Coelho, 2008). Os resultados esperados da aplicação deste passo são a mudança a nível de hábitos e condutas, ambiente de trabalho saudável e agradável com reduzido risco de acidentes, maior durabilidade dos equipamentos e boa apresentação do espaço a visitantes e possíveis clientes.

2.2.2.4. Seiketsu – Melhoria Contínua

O objetivo do *Seiketsu* corresponde à definição de procedimentos quer ao nível da organização como de limpeza de forma persistente de modo a proporcionar a conservação das condições operacionais, de saúde e de segurança. Da aplicação deste passo espera-se que o ambiente de trabalho se apresente agradável e cuidado e que seja um local em que haja satisfação por parte do pessoal e proporcione redução do número de acidentes. O *Seiketsu* também permite a melhoria da imagem dos funcionários e da respetiva organização perante visitantes e clientes (Charantimath, 2009).

2.2.2.5. Shitsuke - Disciplina

A Disciplina é um parâmetro que permite a harmonização da sociedade e, a nível industrial, representa uma via para a melhoria das atitudes dos colaboradores através da incorporação de hábitos de boas práticas a nível dos procedimentos implementados. O *Shitsuke* implica a realização de atividades que é suposto serem realizadas e como tal, constituí um processo que tem por base a auto disciplina. Assim sendo, trata-se do "S" de mais difícil implementação devido à resistência humana à mudança devido à comodidade dos hábitos antigos (Coelho, 2008).

2.2.3. Filosofia *Kaisen*

Kaisen surge dos conceitos japoneses *Kai* (mudança) e *Zen* (para melhor) e como tal, tem como fundamento a realização de etapas de melhoria de forma contínua com o intuito de alcançar a perfeição. Devido a uma estratégia económica, o *Kaisen* não requer investimentos elevados pois acredita que podem ser conseguidas melhorias sem gastos exacerbados. Para além da estratégia económica o *Kaisen* possui uma visão focada nas pessoas onde a melhoria provém do esforço e mentalidade dos envolvidos.

Esta metodologia, que engloba todos os colaboradores e as mais diversas áreas, tem como principais objetivos: a eliminação de desperdícios; desenvolvimento contínuo de melhorias e

identificação de problemas e desperdícios. Deste modo, o TPM concilia-se com a ideologia *Kaisen*, no sentido em que quando necessário, são criadas equipas *Kaisen*. Estas equipas, compostas por pessoas de diversas seções, são criadas num curto intervalo de tempo e visam a procura de soluções ou implementação de melhorias na cadeia produtiva (Soares, 2007).

2.2.4. Modelo de Gestão PDCA e SDCA

O Modelo de Gestão PDCA é assim designado devido às palavras-chave que comportam a sua dimensão: *Plan* (Planeamento), *Do* (Execução), *Check* (Controle) e *Act* (Ação). Trata-se de uma ferramenta de distinguida importância no que diz respeito à obtenção de melhorias e ao processo de implementação do TPM devido ao facto de que o CADP ajuda a entender os conceitos de manutenção autónoma (Coelho, 2008).

Os conceitos envolvidos no PDCA são os seguintes: **C**, ***Check*** implica o controle e a examinação de forma persistente com o objetivo de identificar os problemas, através da comparação de resultados com os objetivos especificados; **A**, ***Act*** simboliza a toma de medidas de acordo com a avaliação, de forma a corrigir eventuais falhas; **P**, ***Plan*** visa o planeamento de objetivos e a metodologia de alcance dos mesmos, evitando a recorrência de problemas e melhorando o equipamento desde que seja rentável; **D**, ***Do*** encontra-se relacionado com a execução dos planos de forma a solucionar os problemas. Caso as ações não funcionem é necessária uma nova examinação (**C**), reingressando-se num novo ciclo até se atingir as condições ótimas, ou seja, zero defeitos (Coelho, 2008).

Atingindo-se as condições, ocorre a Padronização, entrando-se num novo ciclo, o ciclo SDCA, onde o **P** de ***Plan*** é substituído pelo **S** de ***Standardize***, cujo objetivo é fixar os processos e procedimentos para que todos interajam de igual formal. Assim, estes dois ciclos estão envolvidos num *loop* contínuo de ações como se pode observar pela **Figura 2.7**.

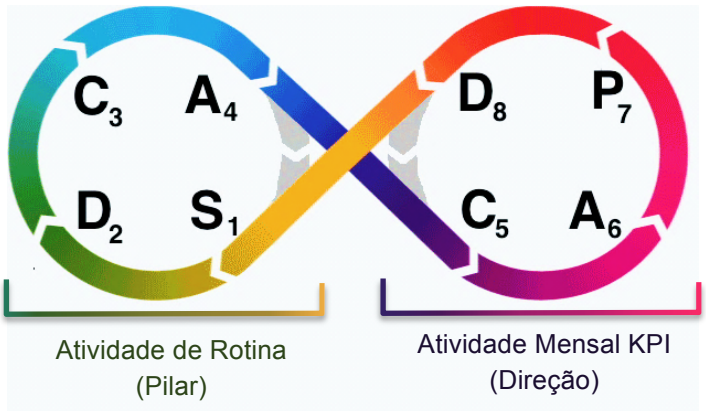


Figura 2.7 *Loop* Infinito SDCA e PDCA. 1, Definição de Padrões; **2,** Treino e execução dos Padrões; **3,** Controlo da execução dos Padrões; **4,** Ações corretivas caso haja não conformidades; **5,** Controle dos KPI; **6,** Ações corretivas nos KPI críticos; **7,** Planeamento de ações de melhoria para os KPI; **8,** Execução dos planos de melhoria (Heineken, 2012).

2.2.5. Garantia de Qualidade Analítica - Matrizes de Controlo de Defeitos

As Matrizes de Qualidade correspondem a ferramentas que auxiliam a identificação de pontos prioritários de ação em cada fase do processo, determinação das causas raiz dos defeitos e garantia de que as condições operacionais conferem desempenho de excelência. Existem três tipos de matrizes: ***QA (Quality Assurance)*** responsável pelo mapeamento da origem de defeitos, ***QX*** que relaciona os defeitos às máquinas e processos e ***QM (Quality Maintenance)*** que interrelaciona a manutenção a uma produção livre de defeitos. Deste modo, as Matrizes de Qualidade interrelacionam os Pilares de Qualidade com os de Manutenção Planeada e Melhoria Específica.

De forma geral, estas matrizes correlacionam as preocupações atuais ou potenciais de qualidade com a importância que têm para a satisfação do consumidor. Os alvos e valores de prioridade são obtidos através de dados analíticos conseguidos por metodologias de referência de qualquer etapa do processo produtivo ou equipamento. As Matrizes de Qualidade são compostas por uma listagem destes dados, onde o peso significativo de cada é rotulado pelos números 2, 5 e 8 que significam, respetivamente, peso baixo, médio e elevado. A cada defeito, é também atribuída uma causa pré-definida pertencente a um dos 5M: Mão-de-obra, Máquina, Material, Medição e Método (Bartram & Ballance, 1996).

2.2.6. *Ishikawa Diagram* - Diagrama de Causa-e-Efeito

Os Diagramas de Causa-e-Efeito correspondem a uma técnica que permite a visualização de causas de uma ocorrência específica através da elaboração de um gráfico. A finalidade desta ferramenta, reside na prevenção de defeitos a nível da qualidade devido ao levantamento e análise de possíveis causas que geram esse efeito e elaboração de um plano de atividades contendo ações corretivas de eliminação de problemas ou possíveis problemas.

Nestes esquemas, cada causa (real ou potencial) corresponde a uma variável que é discutida em reuniões de *brainstorming*. Estas variáveis são então inseridas num ramo do diagrama consoante as categorias dos 5M (Mão-de-obra, Máquina, Material, Medição e Método) ou uma outra que se adapte melhor à situação. No mesmo ramo, pode haver subdivisões com a finalidade de tornar melhor o agrupamento dos defeitos. O resultado final é um diagrama que se assemelha a uma espinha de peixe (Ilie & Ciocoiu, 2010).

2.2.7. Análise 5 Porquês

A análise 5 Porquês pode ser aplicada a diversas falhas, nomeadamente: avarias, paragens, defeitos, quebra de material, energia e acidentes. Esta ferramenta é utilizada quando é identificado um problema e se pretende esclerecer quais as causas-raíz deste, através da elaboração e confirmação de hipóteses (os "porquês"). Deste modo, o problema pode ser explicado de acordo com as respostas dadas aos "porquês", onde a cada causa-raíz é atribuída uma das categorias dos 5M. Após análise dos "porquês" é possível a elaboração de um plano de ação onde são propostas intervenções corretivas ou preventivas de forma a solucionar ou minimizar o problema (Fernandes, 2012).

CAPÍTULO III

A CERVEJA

3. A CERVEJA

"Give my people plenty of beer, good beer and cheap beer, and you will have no revolution among them."

Queen Victoria, United Kingdom

(1819–1901)

A cerveja é uma bebida apreciada em todos os cantos do mundo. O seu consumo caracteriza-se universalmente por proporcionar momentos de satisfação, prazer, frescura e relaxe, e é de salientar o seu consumo para o acompanhamento de comida. Além de alimentar famintos e saciar sedentos, desde há 8000 anos que a cerveja juntou amigos e inimigos.

O consumo regular e moderado da cerveja, pode trazer inúmeros benefícios para a saúde. Graças ao efeito diurético, contribuí para uma limpeza constante do sangue pelo sistema renal. Possuí vitaminas do complexo B, nomeadamente B6, B9 e B12, enzimas que degradam lipoproteínas de elevado peso molecular, e polifenóis, entre outros, que a tornam uma bebida agradável e saudável, desde que bebida com moderação.

A história da cerveja remete para a antiguidade, não sendo a bebida como conhecemos hoje mas como uma bebida alcoólica fermentada a partir de cereais. Foram encontrados indícios de fabricação de cerveja na Mesopotâmia, através de escavações que datam 3700 a.C. A sua produção era frequente especialmente em regiões com grande produção de cereais. Pensa-se que neste tempo era tida como uma bebida divina, que devido às suas propriedades medicinais era fruto de oferendas a deuses, revelada por pinturas em túmulos de faraós (1500 a.C) que retratam também o processo produtivo. A tecnologia tem sofrido uma constante evolução de modo a se obter um produto com maior qualidade quer em características organolépticas como em sanitárias, de modo a adaptar-se às exigências da sociedade.

Nos dias de hoje, a indústria cervejeira é representada essencialmente por grandes grupos cervejeiros. O consumo de cerveja tem vindo a demonstrar um crescimento consecutivo ao longo dos anos, atingindo em 2012 um montante de cerca de 187.37 milhões de quilolitros. O país com consumo mais elevado, destacado ao longo de 10 anos, é a China, com um volume de 44.201 mil quilolitros em 2012, seguindo-se os Estados Unidos e o Brasil, como se pode observar pela **Figura 3.1**. No entanto, se analisarmos o consumo *per capita*, o país em destaque é a República Checa com valor de 148,6 litros (**Figura 3.2**) (Kirin Holdings, 2014).

No que diz respeito à legislação, cada país impõe normas alusivas não só ao processo cervejeiro como ao que deve constar no rótulo e normas publicitárias que devem ser respeitadas (Bamforth, 2003).

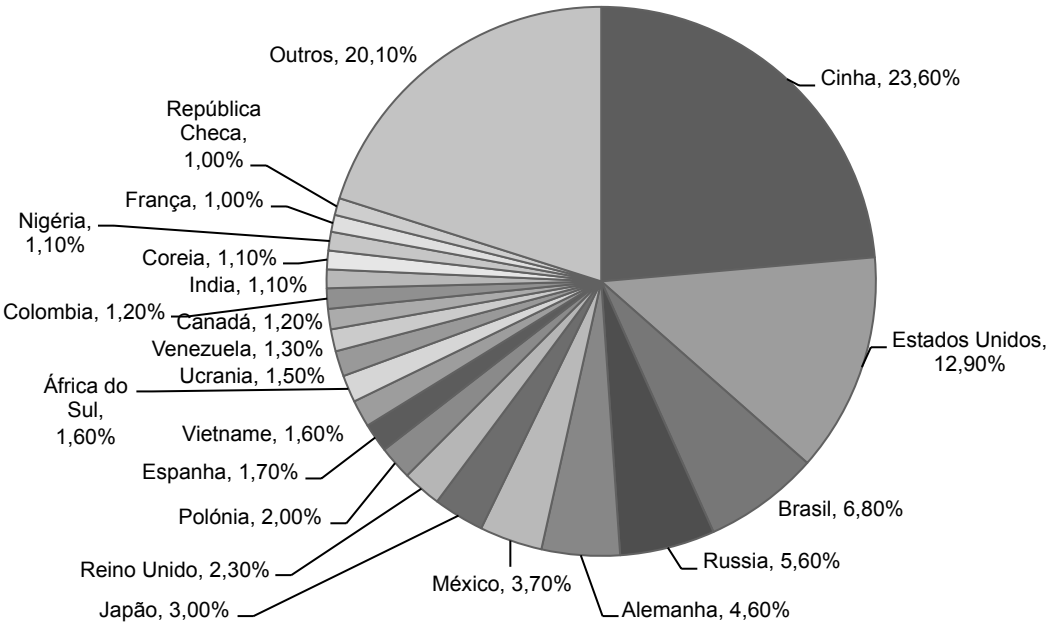


Figura 3.1 Consumo de cerveja no ano de 2012. Valores percentuais em relação ao consumo global.

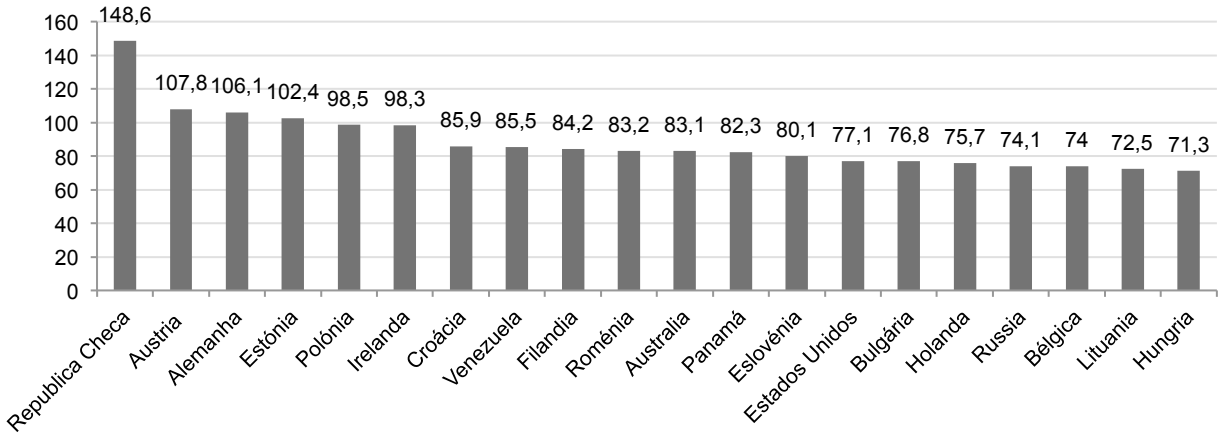


Figura 3.2 Conusmo de cerveja per capita em litros por país no ano de 2012.

3.1. O PROCESSO CERVEJEIRO

Atualmente, existem milhões de consumidores em todo o mundo, porém, por mais adorada que seja a cerveja, são poucos os que conhecem o seu processo de confeção, a mais antiga técnica de biotecnologia. A perícia de fazer cerveja, considerada por muitos alquimia moderna, consiste numa técnica complexa que evoluiu, muito provavelmente, de um acidente pré-histórico. É através de uma combinação entre ciência e arte, da qualidade dos ingredientes e do conhecimento e entendimento dos processos, que é possível alcançar as características únicas e produzir uma cerveja de excelência.

3.1.1. Matérias-primas

Os ingredientes-chave deste processo são cevada, água, lúpulo e levedura, mas também é possível a adição de adjuntos, agentes clarificantes e estabilizadores, para que deste modo seja possível fornecer ao consumidor uma excelente seleção de cervejas, óptimas para cada ocasião, com diferentes gamas de preço.

3.1.1.1. Água

A água constituí cerca de 90% da cerveja e como tal tem uma influência enorme no produto final, conferindo características determinantes para o perfil organoléptico do produto. Deve ser potável, isenta de aromas, partículas e microrganismos e ter um teor mineral apropriado à produção de cerveja (que muitas vezes é conseguido através da adição externa de minerais). A água pode também definir estilos, tendo como exemplo o emprego de águas duras para produção de *British Ales* como o *Bass Ale* e de águas moles para produção de cervejas *Pilsner* como a *Pilsner Urquell*. Algumas marcas utilizam águas com elevado grau de pureza, como estratégia de marketing para incentivar o consumidor à compra da cerveja (Marty Nachel, 2012).

3.1.1.2. Cevada e Adjuntos

É essencialmente a partir da cevada que se extrai o amido que é posteriormente convertido a açúcares simples que são utilizados como fonte de carbono pela levedura cervejeira. No entanto, podem ser adicionados outros cereais funcionando como adjuntos, são eles: trigo, sorgo, gritz de milho e trinca de arroz. É importante ter em conta que cada tipo de cereal é constituído por uma panóplia de variedades permitindo uma imensidão de possibilidades de combinação para produção de cerveja de forma a melhorar o perfil aromático desta e também reduzir custos associados à matéria-prima.

A cevada, utilizada mundialmente, possuí um teor de amido bastante elevado e é constituída por grãos “crus” difíceis de moer e que não possuem um sabor particularmente agradável visto que deixam um travo áspero e adstringente. É necessário, para evitar problemas no processamento e conferir à cerveja este gosto, que a cevada seja tratada. Este tratamento, corresponde à maltagem e diz respeito à conversão do cereal a malte.

Relativamente aos outros cereais, o trigo é utilizado essencialmente na produção de cervejas *weiss*, o sorgo é mais aplicado em cervejas produzidas em África devido à sua abundância no continente. Os adjuntos como o gritz de milho e a trinca de arroz fornecem amido a menor custo e refinam o gosto da cerveja através da produção de uma cerveja mais leve e menor aroma a malte. Na Europa, o uso de adjuntos corresponde a cerca de 10 a 20% do total de grãos utilizados, já nos Estados Unidos este valor ronda os 30 a 40% e na Alemanha, o seu uso é proibido pela *German Purity Law* (Bamforth, 2003).

3.1.1.3. Lúpulo

O lúpulo utilizado na indústria cervejeira é uma planta pertencente à espécie *Humulus lupulus* que é cultivada em muitas regiões de clima temperado, sendo que a produção atinge o expoente máximo

na Alemanha (cerca de 21 mil hectares). Corresponde a uma planta perene, dióica, mas apenas as plantas femininas são utilizadas no processo cervejeiro pela simples razão de formarem flores. Existe também uma outra espécie de lúpulo, *Humulus japonicus,* mas que por ser isenta de resina é considerada uma planta ornamental. Dentro da espécie *H. lupulus,* existem dezenas de variedades que transmitem diferentes características ao aroma, uns mais aromáticos e florais e outros mais intensos. As flores de *H. lupulus* possuem pólen que contém uma substância viscosa de tonalidade amarelada designada por lupulina que confere características únicas à cerveja, especialmente no que diz respeito ao sabor amargo e aroma agradável, fazendo com que o lúpulo seja considerado por muitos, a principal especiaria da cerveja (Bamforth, 2003). O lúpulo contém resinas que são extraídas pela fervura e convertidas a compostos solúveis amargos. Além disso, possuí também uma complexa mistura de óleos essenciais (com elevada volatilização) que conferem características especificas a cada cerveja. Em suma, o lúpulo contribui com amargor (que contrabalança a doçura da cerveja), adiciona sabor e aroma e ajuda na preservação da cerveja, retardando a contaminação bacteriana e consequentemente aumentando o tempo de prateleira da bebida (Nachel, 2012).

3.1.1.4. Levedura

A levedura corresponde a um microrganismo unicelular que intervém no processo cervejeiro pois é responsável pela transformação de açúcares simples existentes no mosto em álcool e dióxido de carbono, através de um processo designado por fermentação. As leveduras cervejeiras pertencem ao género *Saccharomyces*. A estirpe de levedura é determinante no perfil organoléptico da cerveja final, fazendo com que sejam muitas vezes consideradas como ingrediente secreto no fabrico da cerveja. As leveduras cervejeiras podem ser agrupadas em dois tipos: de alta fermentação e de baixa fermentação. As leveduras de alta fermentação (geralmente *S. cerevisiae*) produzem cervejas do tipo *Ale*, fermentam entre 15 e 25 °C, produzem uma abundância de aromas e no final da fermentação, permanecem à superfície da cerveja. As leveduras de fermentação baixa (*S. uvarum)* produzem cervejas do tipo *Lager*, fermentam a temperaturas entre os 5 e 15 ºC, não produzem tantos aromas mas são mais resistentes ao álcool e no final da fermentação depositam-se na base dos tanques de fermentação (Bamforth, 2003).

3.1.1.5. Clarificantes

Um dos clarificantes utilizados no fabrico de cerveja designa-se por Kieselguhr que consiste numa terra de diatomáceas formando uma rede que permite a passagem de cerveja através dos seus poros mas retém sólidos (quer agregados moleculares, quer microrganismos). As terras de diatomáceas correspondem a um pó formado por fósseis de organismos primitivos cuja composição é semelhante à areia porém diferem desta pelo facto de serem muito porosas (Bamforth, 2003).

3.1.1.6. Outros produtos

Podem ser ainda adicionados adjuntos sem serem cereais que correspondem a ingredientes como: açúcar amarelo, mel, lactose, xarope de ácer, ervas, especiarias e frutas (baunilha, canela, coentros, flor de anis, tomilho) no desenvolvimento de moldagem do perfil aromático e gustativo. Estes, não devem ser vincados e fortes mas devem corresponder a nuances que se distinguem no conjunto.

Existem indústrias cervejeiras que adicionam açúcares endógenos na produção de cerveja de modo a reduzir custos de produção e obter cervejas com maior grau alcoólico, obtendo-se uma cerveja seca e insípida. É possível a adição de químicos e conservantes, nomeadamente mais de 50 antioxidantes, estabilizadores de espuma e algumas enzimas (Nachel, 2012).

3.1.2. Etapas de produção

Seguindo uma perspetiva simplista, este processo consiste na conversão do amido da cevada em álcool de uma forma que permita a obtenção de atributos qualitativos como a cor, espuma, brilho e sabor. É do interesse do mestre cervejeiro que a conversão de álcool por unidade de amido seja a maior possível para aumentar a eficiência do processo. Uma representação esquemática deste processo encontra-se evidenciado na **Figura 3.3**.

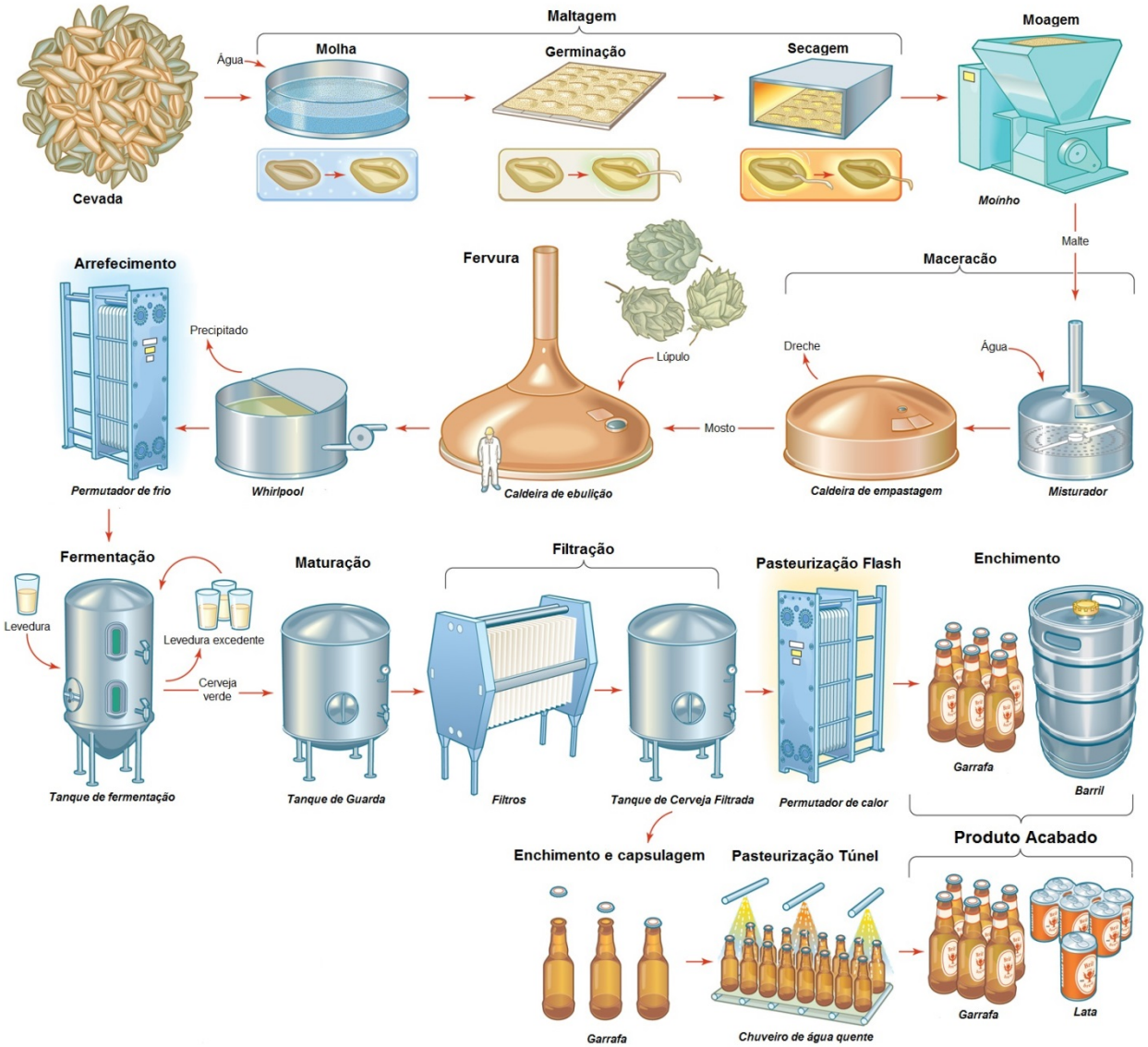


Figura 3.3 Imagem esquemática simplificada do processo de produção de cerveja. Nesta imagem destacam-se as etapas principais da produção de cerveja, desde a matéria prima (cevada) até ao produto embalado. Adaptado de Britannica, 2012.

3.1.2.1. Maltagem

Corresponde ao passo inicial de produção de cerveja onde ocorre a transformação da cevada em malte. O sistema de maltagem tem como processos-chave: receção e limpeza da cevada, seleção dos grãos, molha, germinação, secagem e armazenamento de estabilização. Nem todas as indústrias cervejeiras possuem malteria, sendo que as que não têm capacidade de o fazer necessitam efetuar a compra de cevada maltada para realizar o fabrico de cerveja.

Após os processos de limpeza e seleção, a cevada é colocada em água de modo a permitir que esta penetre no grão e se distribua no seu interior pelo endosperma amiláceo. Esta fase do processo é realizada através de um controlo específico de temperatura (cerca de 12-18 °C), fornecimento de oxigénio (necessário à respiração) e alternância entre períodos secos e húmidos (pois em ambientes húmidos o crescimento microbiano é acelerado) (Eßlinger, 2009). Nestas condições, o grão aumenta até ¼ do seu volume original e ocorre a síntese de hormonas que funcionam como gatilho para início da atividade enzimática para digestão da parede das células (citólise) que rodeiam o endosperma amiláceo e posteriormente, do endosperma. Esta hidrólise é essencial pois permite que o grão amoleça e se torne mais quebradiço, facilitando o processo de produção. Resultante da degradação, são formadas pequenas moléculas solúveis que vão servir de nutrientes ao embrião e são essenciais à sua germinação (Bamforth, 2003).

Para a germinação, os grãos são transferidos para caixas de germinação cujos principais objetivos se relacionam com o controlo da citólise e proteólise, produção de um nível ótimo de enzimas hidrolíticas e hidrolisar reservas sobrantes de cevada, reduzir as quebras de extracto e produção do chamado *green malt* que corresponde a um pré-malte. Esta etapa realiza-se durante cerca de 120 a 168 h, a um teor de humidade de 42-48% e temperaturas de 12-20 °C. Pode ser também utilizada uma fitohormona derivada da giberelina, o ácido giberélico (0,01-0,5 ppm) que ajuda na formação do *green malt* e aumenta a atividade enzimática promovendo uma formação de cor mais acentuada, porém se for adicionado em excesso pode levar a uma maior proteólise (Eßlinger, 2009).

Atingido a fase óptima de germinação em que o amido já se encontra suficientemente disponível, é iniciado o processo de secagem através de uma corrente de ar quente, de modo a estabilizar o produto com a interrupção das vias metabólicas no interior dos grãos, reduzir os níveis de humidade a níveis apropriados para conservação, desenvolver a coloração e sabor e ainda, iniciar a atividade enzimática de amílases. Estas enzimas, vão quebrar as ligações glicosídicas do amido, simplificando a fase posterior do processo (Briggs, 1998). Os *green malts* destinados à produção de cerveja Ale são secos a temperaturas mais elevadas fazendo com que o malte característico tenha uma coloração mais escura. A coloração deve-se ao facto de os produtos resultantes da degradação de compostos como açúcares e proteínas durante a germinação, combinarem entre si formando melanoidinas, compostos possuidores de cor. As temperaturas neste processo devem ser controladas, não só por influírem na formação de cor, mas também pela possibilidade de ocasionarem sabores indesejáveis (queimado, torrado e fumado) (Bamforth, 2003). O malte é então arrefecido e limpo e armazenado em local fresco e seco até pelo menos duas semanas após secagem (Eßlinger, 2009).

3.1.2.2. Brassagem

Esta etapa corresponde ao processo de transformação do malte em mosto (matéria prima da fermentação) e requer as fases de moagem, maceração, filtração, fervura e decantação. É através da brassagem que se solubilizam os nutrientes contidos no malte, obtendo-se um produto ideal para a fermentação em termos de açúcares, aminoácidos, lípidos, sais minerais e vitaminas.

A moagem consiste na extração dos componentes do malte e outros cereais através de um processo físico que tritura os grãos em partículas pequenas de forma a facilitar as operações subsequentes (Bamforth, 2003).

Na maceração ocorre a adição de água quente (entre 45 e 50 °C) a estas misturas de forma a iniciar o processo de hidrólise. Ao final de 20 minutos a temperatura é aumentada (cerca de 65 °C, durante 1 hora) para provocar a gelatinização do amido, deixando este de possuir uma estrutura cristalina e de árdua digestão para um estado desordenado que é facilmente acessível às enzimas responsáveis pela sua degradação a açúcares fermentáveis (as amílases). No final desta etapa a temperatura é mais uma vez elevada (76 °C), para parar a maior parte da atividade enzimática e aumentar a fluidez da solução. Este passo é realizado de modo a optimizar a recuperação de compostos solúveis para se obter uma maior quantidade de extrato (matéria solubilizada no mosto) possível.

A separação da matéria solúvel extraída da parte insolúvel (cascas, também designada por dreche) é realizada por filtração. Deve ser o mais eficiente possível de modo à obtenção de um mosto brilhante e isento de sedimentos. Filtra-se não só o mosto como também água de lavagem da dreche que segue para a caldeira de ebulição (Eßlinger, 2009).

A fervura, realizada em caldeiras, tem diversas finalidades: estabilização do mosto por inativação enzimática, esterilização, coagulação de substâncias azotadas provenientes do malte que podem causar turvação e ainda, solubilização de substâncias do lúpulo. O lúpulo é adicionado durante a ebulição para que quando fervido, os seus constituintes se isomerizem e dissolvam no mosto, porém, algumas cervejeiras reservam uma parte do lúpulo para adição nos minutos finais do processo para que não ocorra perda dos óleos essenciais permitindo a obtenção de aromas característicos.

Após fervura do mosto, este passa por um processo de decantação para separação de partículas maiores que possam a estar em suspensão. Esta etapa é efectuada no *Whirlpool*, tanque que através da aplicação de força centrífuga, promove a deposição dos componentes responsáveis pela turvação no centro do tanque, ficando o restante límpido para a fermentação. Os compostos extraídos podem ser misturados com os grãos e vendidos para ração animal. Além da separação, este tanque armazena o mosto enquanto se efetua o arrefecimento (até 6 ºC para cerveja *Lager* e 15-20 ºC para *Ale*) (Bamforth, 2003).

3.1.2.3. Fermentação

A fermentação do mosto permite a obtenção de cerveja verde. É neste processo que são transformados em álcool e dióxido de carbono os açúcares existentes no mosto, através da levedura cervejeira. Porém a levedura cervejeira não realiza apenas a produção de álcool, também está

envolvida na síntese de compostos que são responsáveis pelo perfil organoléptico da cerveja que diferem consoante a estirpe utilizada. Para a realização da fermentação, é necessário o arrefecimento e arejamento do mosto e inoculação da levedura. A taxa de conversão é tanto maior quanto maior for a temperatura e quantidade de levedura utilizada. Cervejas *Ale* possuem um tempo de fermentação de 2 a 3 dias enquanto que as *Lager* tradicionais podem demorar mais de 15 dias. No final da fermentação, a levedura é recolhida e, caso esteja viável, ingressa num novo ciclo de fermentação. O gás obtido em excesso é também reaproveitado de modo a ingressar nas restantes etapas do processo (Bamforth, 2003).

3.1.2.4. Guarda

A guarda serve para estabilização (físico-química e organoléptica) da cerveja verde após as transformações físico-químicas que sofreu durante a fermentação. Os principais objetivos desta etapa são: a sedimentação natural da matéria amorfa e levedura em suspensão; refinação do sabor pela eliminação de compostos voláteis indesejáveis; redução dos níveis de diacetilo (2,3-butanodiol) e separação por precipitação dos compostos que causam turvação (complexos proteicos e polifenois) através da estabilização coloidal (podem ser utilizados agentes estabilizantes para ajudar na precipitação destes coloides). Por norma, a cerveja é recebida a uma temperatura baixa e durante aproximadamente 3 dias é conservada a -1 °C, de modo a propiciar a precipitação de proteínas sensíveis ao frio. Após maturação a cerveja passa a ser designada por cerveja turva (Bamforth, 2003).

3.1.2.5. Filtração

Este passo corresponde ao processo de transformação de cerveja turva em cerveja límpida, pronta a ser consumida. Antes do início da filtração, a temperatura da cerveja deve ser reduzida a temperaturas de -1,5 °C. Não se devem remover substâncias desejáveis para manter as adequadas características organolépticas e estabilidade da espuma. Existem vários tipos de filtros, sendo que a central de cervejas possuí dois: filtração por kieselguhr e filtro de cartuchos.

Os filtros de kieselguhr são constituídos por placas filtrantes em que é adicionado pó kieselguhr como auxiliar de filtração, para um processo mais eficiente. O kieselguhr é adicionado a água que é doseado de forma contínua à cerveja à entrada do filtro. As placas permitem a passagem da cerveja mas retêm o kieselgur e as partículas apreendidas por este. Os filtros de cartuchos são constituídos por cartuchos de polietileno que tem função de remoção de partículas sólidas que os filtros de Kieselguhr não conseguiram filtrar. No final da filtração obtem-se uma cerveja límpida e cristalina (Eßlinger, 2009).

É ainda na Filtração que são efetuados os processos de diluição e carbonatação da cerveja e ainda a adição de aromas ou estabilizantes caso seja requerido para a cerveja em questão e esteja em conformidade com as normas estipuladas pela legislação. Até este passo, a cerveja é concentrada e necessita a adição de água (previamente tratada e desarejada) para obtenção da concentração desejada (Briggs *et al.*, 2004). A diluição de cerveja fna SCC faz-se através de um equipamento denominado *Carbo blender*, que mede a densidade da cerveja e ajusta

automaticamente a quantidade de água a adicionar para o nível pretendido. Este aparelho realiza em paralelo o ajuste do dióxido de carbono (limpo e purificado).

A cerveja filtrada segue para os tanques de cerveja filtrada (TCFs) que guardam a cerveja até ao enchimento. A contrapressão é efectuada com dióxido de carbono e oxigénio antes da receção da cerveja. Durante o envio também são utilizados o CO_2 e ar para empurrar a cerveja para as linhas de enchimento.

3.1.2.6. Enchimento

O processo de enchimento consta na colocação da cerveja na respetiva embalagem (garrafas de vidro, lata ou barris), capsulagem, rotulagem, embalamento. No envio da cerveja da Filtração para o enchimento, é utilizada contrapressão com ar e CO_2. O CO_2 é importante para evitar o contacto direto da cerveja com o oxigénio do ar visto que este promove reações de oxidação que podem comprometer a cerveja em termos organoléticos e microbiológicos. Nesta fase, deve-se ter em atenção não só a velocidade de produção mas também a qualidade da cerveja, de forma a que não se verifique a presença de oxigénio, entrada de partículas estranhas e presença de microrganismos prejudiciais (Bamforth, 2003).

Neste processo é ainda efetuada a pasteurização que pode ser de dois tipos, consoante a altura em que é realizada. Se é executada na cerveja antes do enchimento corresponde a uma pasteurização *Flash* onde a cerveja é esterilizada através da passagem por um permutador de calor. Caso seja efectuada em cerveja contida em embalagem fechada, em que a pasteurização é feita recorrendo a chuveiros de água quente (65 °C, durante 30 a 45 minutos) corresponde a uma pasteurização *Túnel*. Esta última, corresponde a um processo mais eficaz visto que a própria embalagem é igualmente pasteurizada. Após esta fase o produto encontra-se pronto, só faltando a rotulação (no caso das garrafas), etiquetagem (no caso dos barris) e colocação em grades, caixas, paletes ou tabuleiros (Fernandes, 2012).

3.2. CERVEJA E QUALIDADE

Como referido no capítulo anterior, a qualidade é definida pelos atributos que contribuem para a aceitabilidade de um determinado produto alimentar. Neste sentido, são tidos em conta as características organolépticas do próprio produto (cor, aroma, sabor, formação e estabilidade de espuma, brilho, transparência, etc.) e da embalagem (ausência de defeitos, sujidade, etc.), fatores monetários, fiabilidade na marca, entre outros. No entanto as características organolépticas, são consideradas o fator vital na escolha de um produto, definindo as preferências dos consumidores.

São diversos os atributos que qualificam a cerveja. Para o consumidor, o que distingue uma boa cerveja, a nível visual, são aspectos como a presença de brilho e ausência de turvação devendo a cerveja possuir um elevado grau de limpidez e transparência, qualquer que seja o tipo de cerveja. A formação e estabilidade da espuma são fatores também importantes, sendo que a cerveja é tanto melhor quanto menor for o tempo para formação de espuma e maior for o tempo de colapso das bolhas. Além disso, é importante, do ponto de vista do consumidor, que as bolhas de ar se movam

ascendentemente, conferindo um aspeto "vivo" à cerveja. Outros fatores qualitativos que exprimem os constituintes naturais que compõem a cerveja, são a sensação de textura na boca oriunda do dióxido de carbono, o aroma característico e o particular sabor amargo derivado do lúpulo (Hughes & Baxter, 2001).

Estes atributos são devidos a diversos aspetos, nomeadamente à qualidade dos ingredientes, ao processo produtivo e às condições de armazenamento. A título de exemplo, fatores como a temperatura, teor em dióxido de carbono e oxigénio, pH e contaminantes, possuem impacto significativo na perceção organoléptica, sendo que devem ser mantidos sob um rigoroso controle para garantir a conformidade do produto.

3.2.1. Qualidade Microbiológica

O perfil microbiológico tem sem dúvida um impacte destacado na qualidade da cerveja e pode ser determinado por métodos analíticos que permitem o controlo do processo durante a preparação e pós-produção da cerveja. A gestão de qualidade microbiológica é conseguida através do planeamento, controlo, garantia e melhoria da qualidade microbiológica, de modo a que seja assegurado em termos de desempenho um nível de excelência garantido a qualidade do produto.

3.2.1.1. Crescimento Microbiano

O crescimento microbiano é reduzido na cerveja devido a diversos fatores: concentração de álcool de cerca de 5%, baixo pH, elevada concentração em dióxido de carbono e reduzida em oxigénio (atmosfera anaeróbia), componentes amargos do lúpulo, compostos fenólicos, baixas temperaturas aquando a produção e deficiência em açúcares e aminoácidos facilmente disponíveis. Apesar disso, podem crescer microrganismos (não patogénicos) que ponham em causa a qualidade da cerveja, sendo portanto uma característica indesejada que requer uma grande atenção e vigilância (Eßlinger, 2009). No entanto, tal como diz o provérbio, "não se pode fazer uma omeleta sem quebrar os ovos", sem microrganismos, não se faz cerveja. A levedura constituí uma parte integral da produção de cerveja e a sua qualidade afeta o produto final. Os microrganismos contaminantes podem afetar diretamente ou indiretamente a cerveja e matérias-primas, conferindo características nefastas e reduzindo o seu tempo de prateleira. A alteração de sabor corresponde a uma consequência da contaminação através de fenómenos como: aumento de acidez devido à produção de ácidos orgânicos de bactérias; aumento do teor alcoólico através de fermentação indesejável e aparecimento de *off-flavours* provenientes da excreção dos microrganismos contaminantes. A turvação e formação de película à superfície são também outros fenómenos, facilmente percetíveis pelo consumidor, levando ao descarte da cerveja (Fernandes, 2012).

O impacte da contaminação varia consoante a etapa de produção e, como tal, os microrganismos prejudiciais podem classificar-se em **indiretos**, **potenciais** e **efetivos**. Caso se tratem de bactérias aeróbias, organismos que não se multiplicam no produto final mas que podem existir no mosto, são considerados microrganismos indiretos e caso se encontrem, são sinónimo de más condições de higiene. Este tipo de contaminação promove a deterioração do mosto, pondo em causa a fermentação, e além disso, podem produzir metabolitos que levam à formação de sabores não

desejados, afetando indiretamente o produto final. Os microrganismos prejudiciais potenciais, podem provocar problemas com seletividade diminuta, ao final de um tempo considerável com a cerveja, estes seres podem-se adaptar e adotar um perfil prejudicial à bebida. Os microrganismos que possuam crescimento no produto final são considerados como os mais perigosos, tolerando as características seletivas da cerveja, constituem portanto a categoria de microrganismos prejudiciais efetivos e englobam bactérias e leveduras.

Apesar da diferenciação através de categorias de risco, os conceitos de **contaminação primária** e **secundária** ajudam a compreender o controlo de produção a nível biológico. Como contaminação primária entende-se a introdução não intencional de agentes estranhos em qualquer etapa da produção da cerveja oriundas da própria área de produção, é o exemplo de espécies do género *Lactobacillus* e *Pediococcus*. Contaminação secundária corresponde à introdução não intencional de agentes estranhos posteriores ou durante a fase de enchimento, especialmente nas etapas na enchedora e na capsuladora. Devido ao facto do equipamento se encontrar constantemente em contacto com a cerveja, a probabilidade de formação de biofilmes é relativamente grande e através do ambiente humedecido ou da rotação do equipamento pode haver dispersão dos mesmos, contaminando diversas embalagens. São exemplos de contaminação secundária microrganismos anaeróbios estritos do género *Pectinatus* e *Megasphaera* (Eßlinger, 2009).

A contaminação pode então ser prevenida através da higienização e monitorização de todas as etapas de produção e enchimento, assegurada pelos sistemas de gestão da qualidade. As tubagens devem ser constituídas por materiais inoxidáveis que garantam a existência de uma barreira entre o líquido e o ambiente externo. Com uma frequência constante, todos os equipamentos e materiais devem ser higienizados através de sistemas eficientes de *cleaning in place* (CIP). É importante para uma indústria cervejeira que a integridade microbiológica se mantenha ininterruptamente, fator que pode ser observado através da recolha de amostras para análise microbiológica (Briggs *et al.*, 2004). De seguida, são descritos os microrganismos contaminantes que podem aparecer na amostragem de cerveja.

1.1.1.1.1. Bactérias ácido lácticas – Lactobacillus e Pediococcus

Correspondem a microrganismos Gram-positivos, microaerófilos, cujo crescimento é favorecido em atmosferas ricas em dióxido de carbono e como tal são a causa de contaminação mais frequente nas indústrias cervejeiras. Algumas espécies como *L. brevis*, *L. linderi* e *P. damnosus*, demonstram crescimento não só nas matérias-primas como também no produto final. As consequências mais marcantes da sua permanência na cerveja são a turvação, aumento da acidez e produção de diacetilo proporcionando um sabor amanteigado (Fernandes, 2012).

1.1.1.1.2. Bactérias anaeróbias estritas - Pectinatus e Megasphaera

São microrganismos Gram-negativos que possuem um crescimento em atmosferas anaeróbias, condições que têm vindo a ser mais favorecidas devido à melhoria das técnicas de enchimento que

permitem uma redução de oxigénio no produto final. A sua presença é favorecida no ambiente da área de enchimento devido à presença de biofilmes, constituídos por outros microrganismos resistentes ao ar que acabam por formar uma rede protetora. As contaminações por estes microrganismos têm como principais consequências a turvação, aumento de acidez e o odor repugnante a putrefação, derivado essencialmente da produção de sulfureto de hidrogénio (Sakamoto & Konings, 2003).

1.1.1.1.3. Levedura cervejeira e levedura selvagem

A levedura cervejeira, quando encontrada no produto final pode exprimir um efeito de turvação. A levedura selvagem provém de contaminações cruzadas e incluem-se leveduras dos géneros *Brettanomyces, Debaryomyces Dekkera, Hansenula, Saccharomyces, Torulopsis*. Os efeitos na cerveja são diversos e incluem a turvação, película à superfície, aumento do teor alcoólico devido a uma fermentação excessiva, e aparecimento de *off-flavours* como diacetilo, compostos fenólicos e sulfurosos (Sakamoto & Konings, 2003).

3.2.1.2. Metodologia de análise microbiológica

A obtenção de dados microbiológicos é conseguida através de um processo analítico de amostras recolhidas ao longo do processo de produção sejam de matérias-primas como de produto acabado, segundo um plano de amostragem específico que compreende a recolha de um grande número de amostras em diversos locais. A **Tabela 3.1** representa o controlo rotineiro de análises efetuadas nas várias fases do processo cervejeiro.

Tabela 3.1 Análises microbiológicas de rotina, efetuadas ao longo do processo de produção de cerveja. Adaptado de Fernandes, 2012.

<table>
<tr><th>PROCESSO</th><th>Malteria</th><th>Fermentação</th><th>Guarda</th><th>Filtração</th><th>Enchimento</th><th>Outros</th></tr>
<tr><td>AMOSTRA</td><td>Cevada</td><td>Levedura de inoculação; Mosto</td><td>Cerveja turva</td><td>Cerveja Filtrada</td><td>Barris e garrafas lavados; Capsulas; Cerveja à saída do Flash; Produto final</td><td>CO_2 Água</td></tr>
<tr><td rowspan="4">ANÁLISE</td><td rowspan="4">Fusarium spp. Aspergillus spp.</td><td colspan="6">Bactérias aeróbias e acido lácticas</td></tr>
<tr><td colspan="6">Leveduras selvagens</td></tr>
<tr><td rowspan="2" colspan="3"></td><td colspan="2">Pectinatus spp. e Megasphaera spp.</td><td rowspan="2">Enterobactérias</td></tr>
<tr><td colspan="2">Estabilidade biológica</td></tr>
</table>

O objetivo do controlo microbiológico reside na confirmação da esterilidade das amostras, garantir que a contagem de microrganismos presente não excede a especificação e ainda, caso a amostra esteja contaminada, possibilita a examinação para que sejam encontradas causas e soluções para o defeito. A garantia de produção de resultados analíticos fiáveis, a metodologia analítica é constantemente alvo de auditorias e ensaios de comparação inter-laboratorial.

Segundo as normas de gestão de qualidade pelo TPM, é função do pilar da qualidade a definição dos objetivos mensuráveis que são representados por indicadores microbiológicos de desempenho

da qualidade, os FTR Micro, que correspondem ao FTR Micro das áreas de enchimento e de produção e, por sua vez, cada um destes dois é desdobrado nos indicadores que os constituem, cada qual com pesos diferentes de significância, como se pode visualizar na **Figura 3.4**. Todos os meses e em todas as secções é efetuado este estudo, através da construção de gráficos de barras facilmente percetíveis e que dão uma visão facilitada do desempenho qualitativo a nível microbiológico.

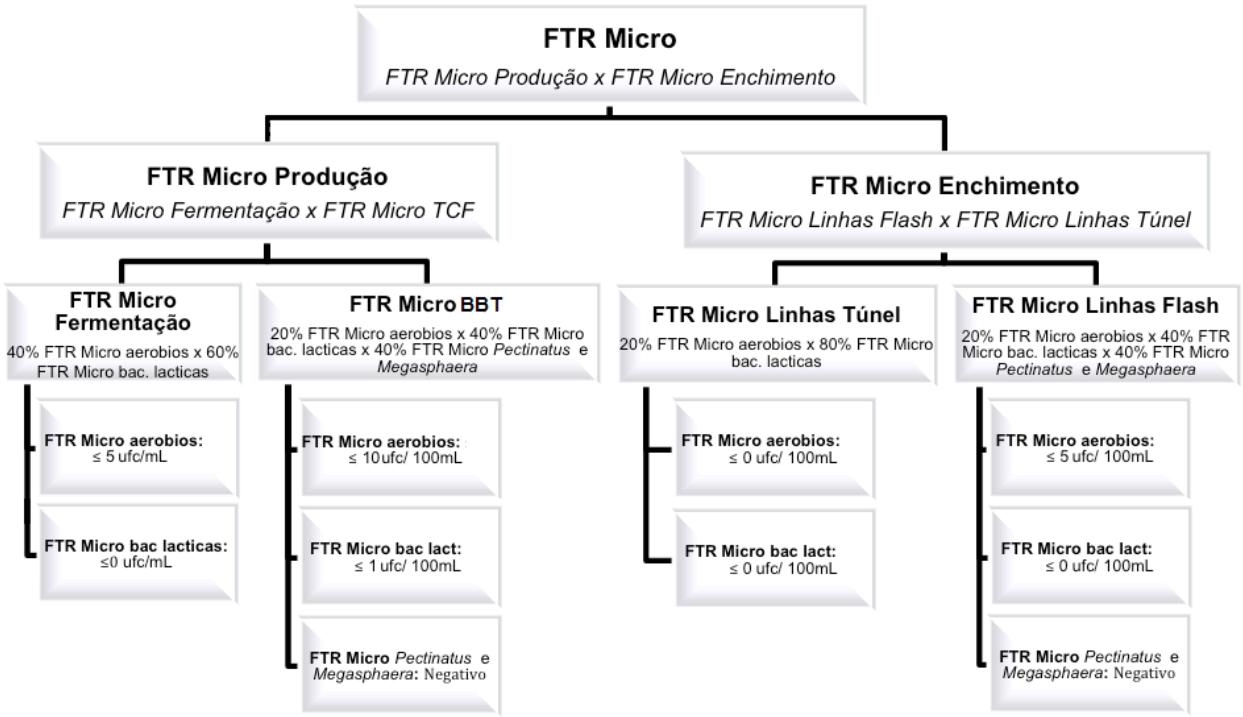


Figura 3.4 Parâmetros dos indicadores de desempenho microbiológicos. Adaptado de Heineken, 2009a.

A metodologia laboratorial de análise de amostras de cerveja incide essencialmente na realização de sementeiras em meios diferenciais. No entanto, para amostras de água, pode também ser utilizado, na determinação de coliformes (fecais e totais), o método *SimPlate*. Para avaliação do nível de higienização, é utilizado uma metodologia simples que permite resultados imediatos, a bioluminescência.

1.1.1.1.4. Incorporação em meios diferenciais

Devido à grande diversidade dos microrganismos, as amostras são incorporadas em meios seletivos, para garantir a deteção de microrganismos deteriorantes. Exemplos de meios utilizados para amostras de cerveja, correspondem a **mWLN** (*Modified Wallerstein Laboratory Nutrient Agar*) que permite a deteção de microrganismos aeróbios; **mWLD** (*Modified Wallerstein Laboratory Differential Agar*) que é similar ao mWLN mas restringe a bactérias aeróbias devido à adição de ciclohexamida que inibe a síntese proteica em células eucarióticas; ***Raka-Ray*** para bactérias lácticas que possuí também ciclohexamida; **YMCA** (*Yeast and Mould Copper Agar*), especifico para leveduras selvagens devido ao seu pH aproximado de 4 e à presença de cobre que inibe o crescimento de

leveduras cervejeiras; **MacConkey** para deteção de enterobactérias pois na sua composição tem ácido biliar que inibe o crescimento da maioria das bactérias Gram-positivas e ainda **NBB-C** para deteção de bactérias anaeróbias estritas, *Megasphaera* spp. e *Pectinatus* spp.

No final da incubação, caso se verifique a presença de microrganismos, procede-se à contagem de colónias, observação microscópica de colónias isolada e caracterização preliminar dos respetivos microrganismos, através de testes bioquímicos simples. Caso se tratem de colónias de leveduras, se estas existirem em mWLN e mWLD correspondem a leveduras selvagens, caso só apareçam em mWLN, correspondem a leveduras tipo Lager. Se se verificarem colónias de bactérias a identificação é feita recorrendo a testes de acordo com uma árvore de decisão similar à enunciada na **Figura 3.5**. Os testes a aplicar são: coloração de Gram, teste KOH, aminopeptidase, catalase, oxidase, fermentação da lactose.

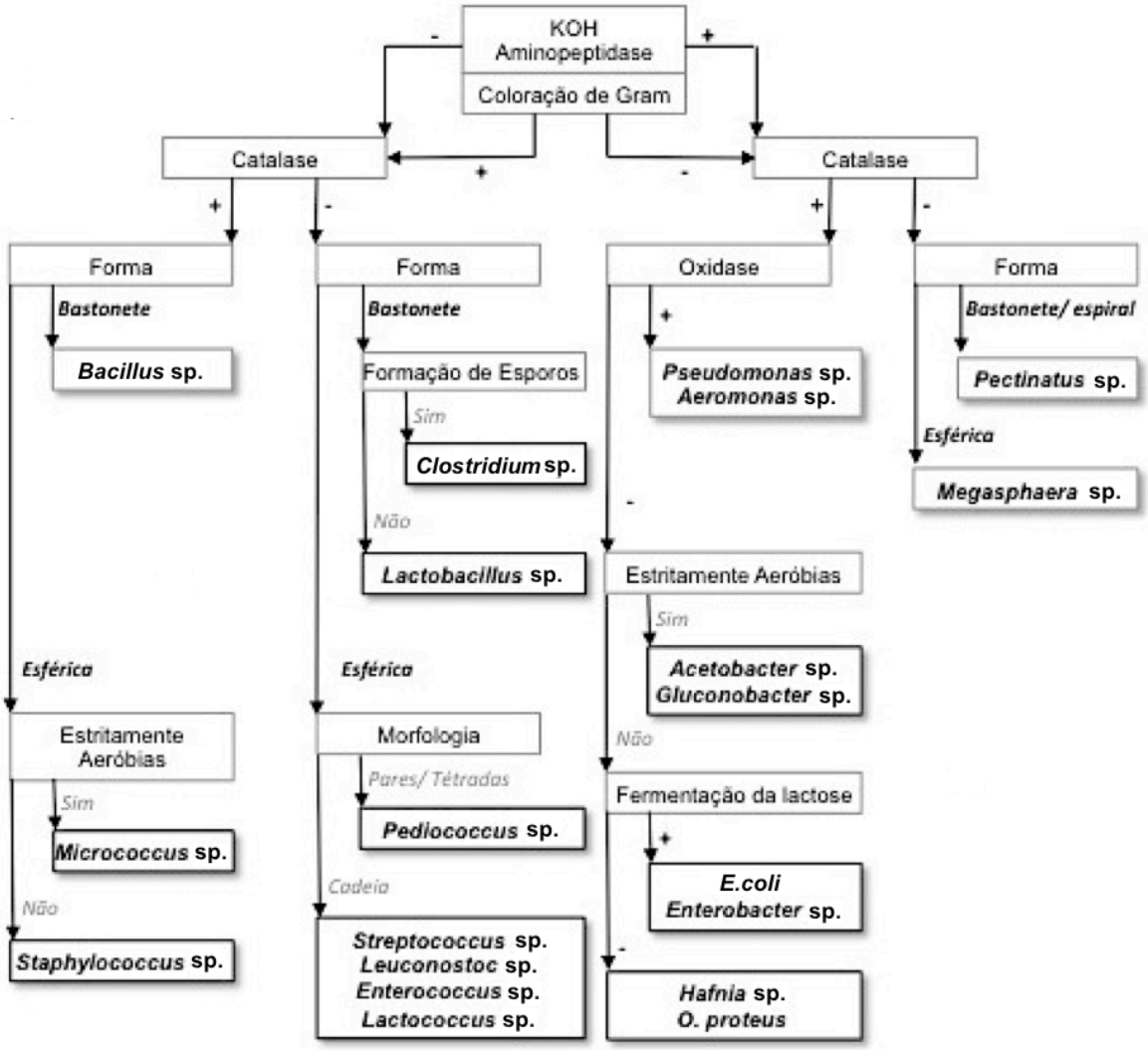


Figura 3.5 Árvore de decisão para identificação de bactérias aeróbias. Adaptado de Heineken, 2010.

A **Coloração de Gram**, consiste numa técnica de diferenciação de bactérias Gram positivas e Gram negativas através da coloração diferencial. Para a realização deste teste é utilizado "violeta de cristal" que cora todas células, independentemente do tipo de parede celular, porém, com uma

lavagem por etanol, só as bactérias Gram positivas mantêm a coloração. Para contra-coloração das células Gram negativas é usado o corante safranina, que confere uma tonalidade avermelhada às células. O **teste de KOH**, também permite a distinção do tipo de parede celular. Nos organismos Gram negativos, as paredes celulares em contacto com o hidróxido de potássio degradam-se, libertando o conteúdo celular, conferindo um aspeto viscoso à solução (Heineken, 2007c).

A catalase é uma enzima presente em quase todos os organismos aeróbios. Em contacto com o peróxido de hidrogénio, esta enzima, consegue degradá-lo em água e oxigénio. Deste modo, o **teste da catalase** consta na adição de peróxido de hidrogénio a uma solução contendo bactérias e caso se verifique libertação de oxigénio, o teste é positivo, provando que a amostra possui bactérias com catalase (Briggs *et al.*, 2004).

O **teste da oxidase** tem um mecanismo semelhante, porém, serve para verificar a produção de enzimas citocromo oxidase. É adicionado um reagente que muda para cor azul se oxidado e permanece incolor quando reduzido. Uma bactéria oxidase positiva possui citocromo oxidase que catalisa o transporte de eletrões de compostos dadores (neste caso o reagente) para aceitadores de eletrões (o oxigénio), verificando-se uma coloração azulada (Heineken, 2007c).

O teste de **fermentação da lactose**, permite identificar se os microrganismos possuem a enzima que degrada a lactose. Caso consigam, a lactose é fermentada e produzem-se compostos acídicos, decrescendo o pH. Esta alteração de pH pode ser verificada recorrendo a um indicador ácido-base (Briggs *et al.*, 2004).

Caso se verifique turvação no meio seletivo para *Megasphaera* spp. e *Pectinatus* spp., é então recolhida uma amostra que é observada ao microscópio e os microrganismos são identificados segundo critérios morfológicos recorrendo a uma árvore de decisão similar à presente na **Figura 3.6**.

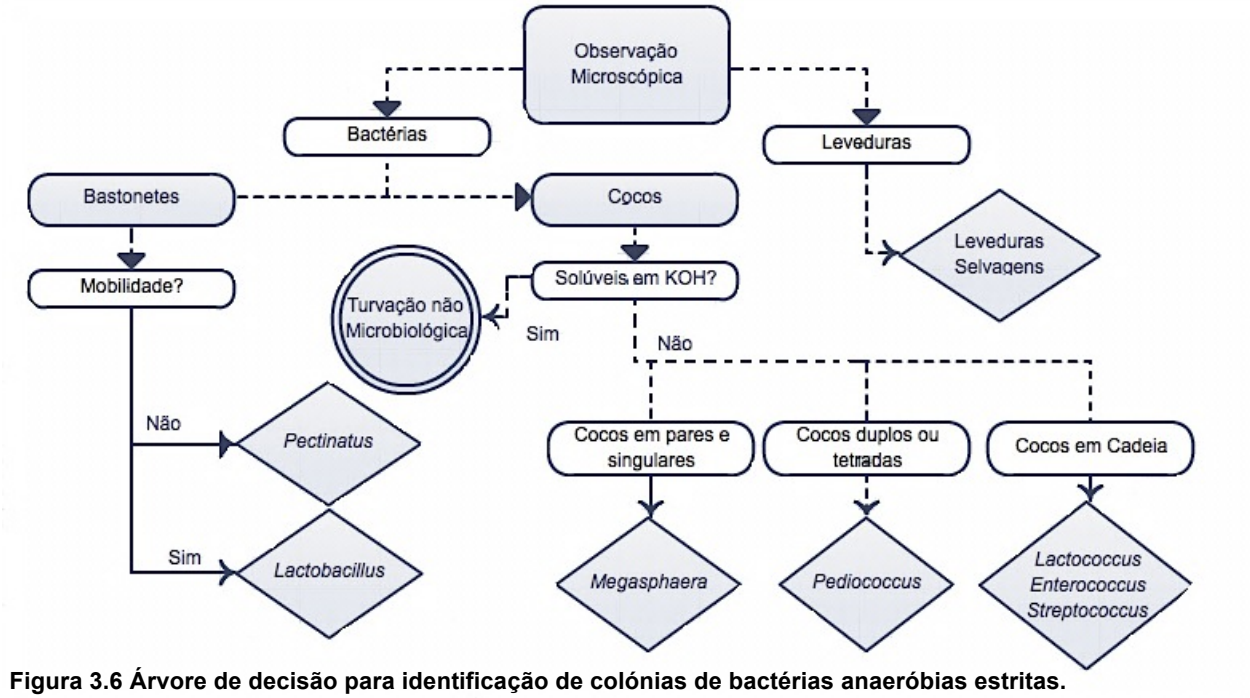


Figura 3.6 Árvore de decisão para identificação de colónias de bactérias anaeróbias estritas.

1.1.1.1.5. Método SimPlate

Consiste na deteção e quantificação de coliformes totais e fecais, através de uma tecnologia de deteção binária (BDT) onde se observa a presença de coliformes totais devido à variação de cor do meio (de azul para cor-de-rosa). Para deteção de coliformes fecais, é necessária a emissão de fluorescência quando submetida a placa a luz ultra-violeta. Isto ocorre devido à ação da enzima β-glucuronidase (Heineken, 2007c).

1.1.1.1.6. Análise por bioluminescência

Através da bioluminescência é possível uma avaliação rápida dos procedimentos de higienização. A base deste método é a deteção de células microbianas através do contacto destas com a solução disponibilizada pelo kit, que provoca uma reação imediata com a adenosina trifosfato (ATP). Desta reação, é emitida luz que é lida através de um luminómetro, fornecendo os resultados (em RLU). Assim, a bioluminescência fornece resultados alusivos à higiene, em tempo real, sendo possível a realização de uma nova limpeza, se for necessário (Storgårds, 2000).

CAPÍTULO IV

FILTRAÇÃO DE CERVEJA NA SCC

4. PROCESSO DE FILTRAÇÃO DE CERVEJA NA SCC

4.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Na produção de cerveja, o último passo principal antes do enchimento é a Filtração. Como referido no **CAPÍTULO I**, o processo de filtração de cerveja consiste na separação de partículas (como precipitações de origem proteica e alguns compostos polifenólicos) e microrganismos da cerveja provenientes da fermentação, para obtenção de uma cerveja límpida e dentro dos parâmetros requeridos, designada por *"bright beer"*. De forma geral, o processo corresponde à clarificação da cerveja e pode ser descrito como o escoamento através de camadas filtrantes recorrendo ou não a auxiliadores sólidos (Eßlinger, 2009). Este passo é fundamental na medida em que é o processo que garante uma estabilidade significativa da cerveja, impedindo, por norma, mudanças visíveis como a turvação no seu tempo de prateleira (até 52 semanas após o enchimento). É importante ter em conta que numa filtração eficiente as perdas de cor, sabor, extrato e estabilidade da espuma são mínimas.

Apesar de não ser possível descrever o processo matematicamente, é possível equacionar os diversos fatores que condicionam o seu rendimento e eficácia. Estes fatores podem ser estudados através da análise da fórmula associada à taxa de fluxo. A pressão é a força condutora do processo e visto que é sempre superior à entrada do filtro, a análise da variação de pressão corresponde a um indicador do funcionamento correto da filtração. Um aumento da pressão e da área de superfície do filtro e um decréscimo de grossura do filtro e viscosidade da cerveja permitem um maior fluxo e como tal, um maior rendimento em termos de tempo e energia (Briggs *et al.*, 2004).

$$Q = \gamma \times \frac{P \times A}{L \times M} \qquad (4.1)$$

Nesta equação, ***Q*** corresponde ao fluxo (mL/s), ***γ*** fator de permeabilidade, ***P*** pressão diferencial (dina/cm^3), ***A*** área média do flitro (cm^2), ***L*** grossura do filtro (cm), ***M*** viscosidade (cm).

Durante o processo de filtração é necessário evitar o contacto com oxigénio. Para o efeito, é utilizado CO_2 como sistema de pressão para o deslocamento de cerveja e empregue a água desarejada na pré-camada (Briggs *et al.*, 2004). O processo de filtração decorre até o filtro se encontrar cheio de partículas sólidas (provenientes da cerveja ou do auxiliador) ou não ser necessário filtrar mais cerveja (Bamforth, 2003).

Podem ser usados diferentes mecanismos para filtrar a cerveja, que são classificados de acordo com o local da separação, em filtração por superfície ou profundidade. Na primeira, as partículas presentes na cerveja são retidas na superfície do meio separador, a camada filtrante. Na filtração em profundidade, o processo de separação decorre dentro do meio separador, onde se recorre a auxiliadores sólidos (como o kieselguhr ou perlite) que não trespassam a placa e obrigam a que as partículas na cerveja percorram um percurso maior através de uma maior área de superfície, ficando retidas (Eßlinger, 2009). Em ambos os casos, devido à acumulação de partículas na membrana filtrante, a eficácia do processo aumenta, porém, o fluxo tende a diminuir com o passar do tempo. As partículas podem ser retidas por adsorção visto que as fibras das placas estabelecem relações

electroestáticas com os microrganismos carregados negativamente. Na indústria cervejeira é comum a filtração em dois sistemas, ou seja, após a cerveja ser filtrada volta a reingressar num novo ciclo de filtração pelo mesmo mecanismo ou por um outro (Briggs *et al.*, 2004).

Na Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A., são aplicadas duas metodologias de filtração: filtração por kieselguhr e por filtro de cartuchos. O processo de filtração engloba também as etapas de receção de cerveja das guardas, arrefecimento, diluição, carbonatação, armazenamento em tanques de cerveja filtrada (TCF) e envio para o enchimento. Na **Figura 4.1** encontra-se representado um esquema simplificado correspondente à sequenciação dos processos.

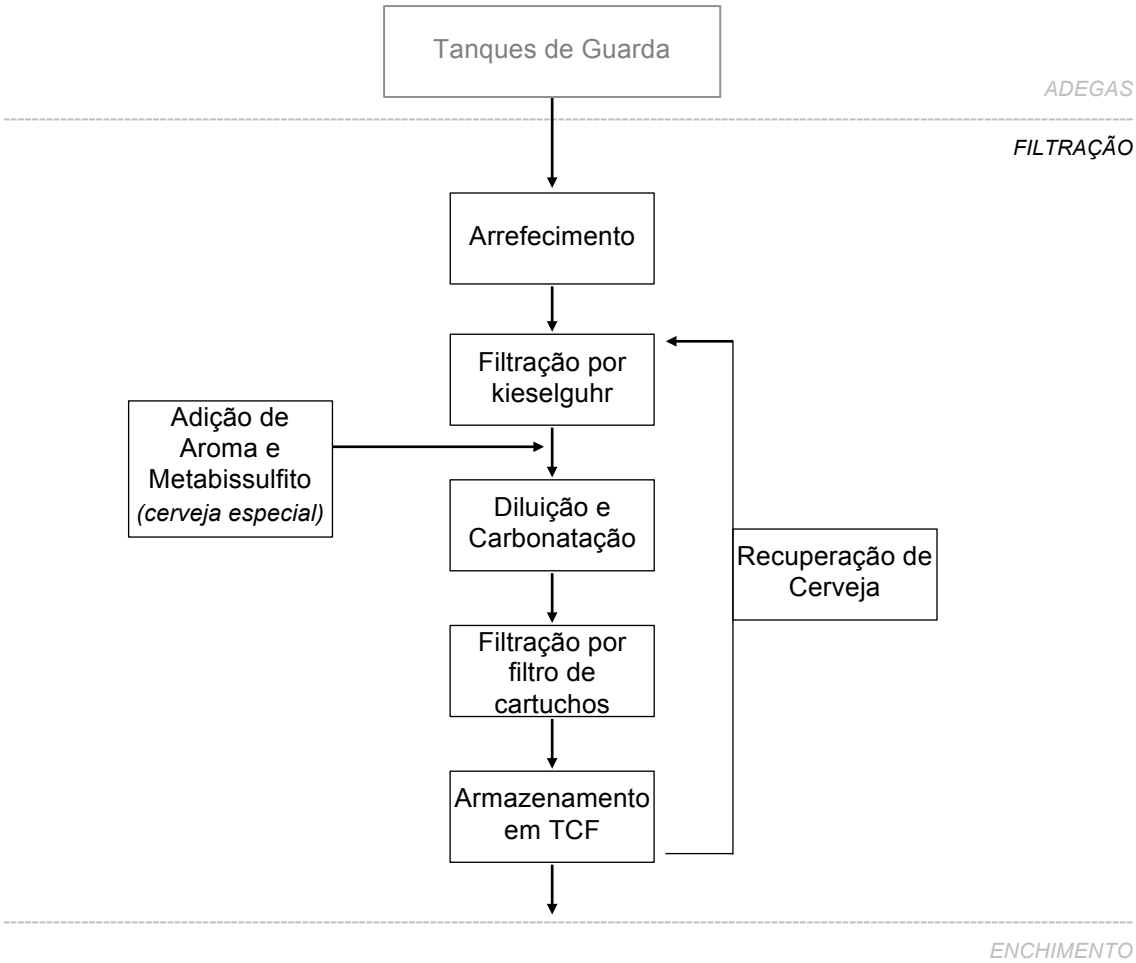


Figura 4.1 Fluxograma alusivo aos processos efectuados na seção da filtração de cerveja.

A seção de Filtração constituída por 18 colaboradores, funciona por três turnos diários (00h às 08h; 08h às 16h e 16h às 00h), quase todos os dias do ano. Cada turno possui um *team leader* que é responsável pela coordenação de equipa no turno em que se encontra. Consoante os pedidos das linhas de enchimento, a cerveja é filtrada, armazenada nos tanques e enviada para as linhas, estando envolvido uma logística de coordenação bastante precisa.

4.1.1. Arrefecimento

Um outro fator, fundamental ao processo corresponde ao abaixamento da temperatura antes da filtração, para cerca de -1 ºC, através da passagem da cerveja por um permutador de calor. O objetivo deste abaixamento de temperatura consiste na promoção da precipitação coloidal que ficará retida nos filtros. A diminuição de temperatura tem como consequência o aumento da viscosidade da cerveja, o que reduz a taxa de fluxo mas acaba por ser estritamente necessário para um processamento eficiente aquando a filtração.

Na central de cervejas, existem 3 permutadores de calor que arrefecem a cerveja de cada uma das linhas da filtração. Estes funcionam segundo um sistema de arrefecimento com água e glicol através da passagem em fluxo contrário entre as diferentes placas que compõe o filtro, **Figura 4.2**. Deste modo as placas alternam entre a solução fria e a cerveja a arrefecer através de juntas que separam os dois fluídos. É importante uma verificação regular ao equipamento de modo a verificar inexistência de fugas quer do refrigerante quer da cerveja (Alfa Laval, 2012).

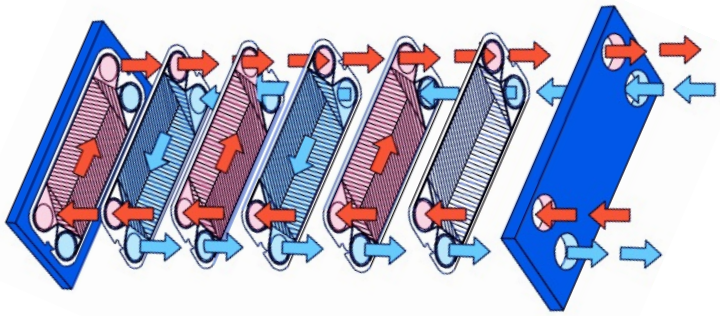


Figura 4.2 Esquematização do funcionamento de um permutador de calor. Adaptado de Alfa Laval, 2012.

4.1.2. Filtração por Kieselguhr

A filtração por kieselguhr tem por base um mecanismo de filtração por placas filtrantes de que se encontra acoplado a um tanque mistura de kieselguhr e água. As placas filtrantes, compostas por celulose, são dispostas de forma a que esteja disponível à cerveja a maior área de superfície. Na **Figura 4.3** apresenta-se uma fotografia que evidencia um exemplo de um filtro utilizado na indústria cervejeira.

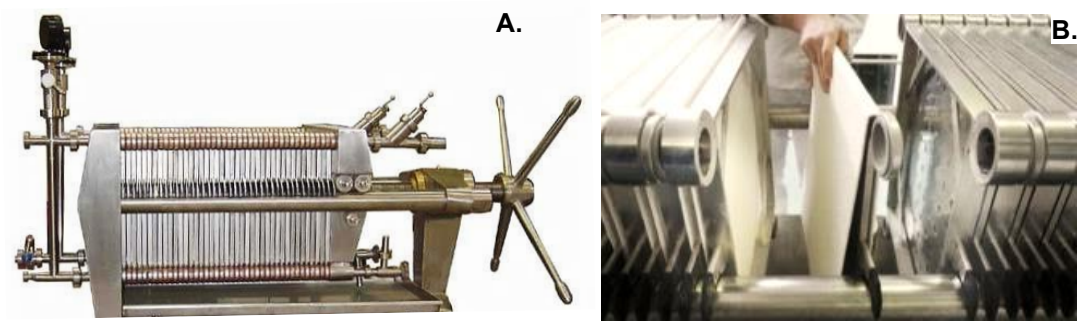


Figura 4.3 Vista lateral (A.) e interior (B.) de um filtro por kieselguhr. Adaptado de Dredge, 2012.

Na Central de Cervejas, existem 3 filtros deste tipo que comportam 68 placas com aproximadamente 1 m^2, permitindo um fluxo de cerca de 240 hL/h. O fluxo pode ser aumentado com o aumento da pressão, porém, não é conveniente pois para além de aumentar a probabilidade de rotura do filtro, pode arrastar as partículas retidas para a cerveja. Neste tipo de filtração, a cerveja turva entra no filtro e, devido à pressão, é obrigada atravessar as placas filtrantes, tornando-se cerveja filtrada pois as partículas ficam retidas. A esquematização deste processo encontra-se apresentada na **Figura 4.4.**

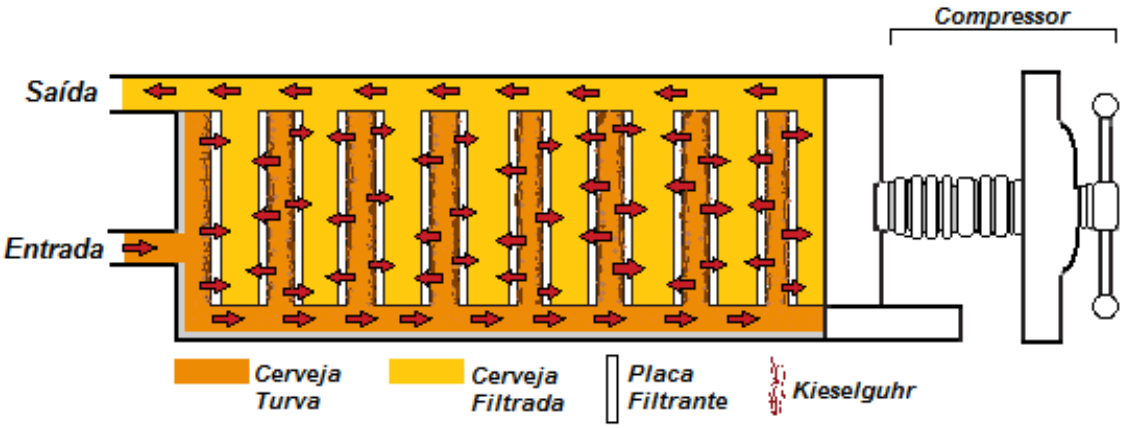


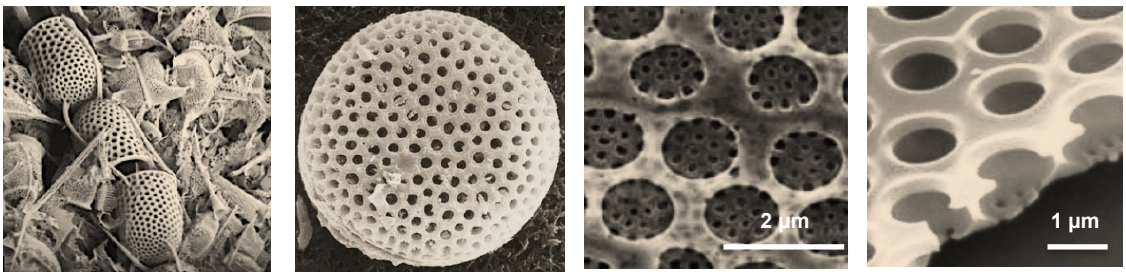
Figura 4.4 Esquematização do filtro por kieselguhr, vista longitudinal.

Este tipo de filtração corresponde a uma *cake filtration* pois, após a filtração, verifica-se a formação de *filter cake* que corresponde a substâncias que ficam retidas no filtro, ou seja, a materiais que foram separados aquando a filtração. Devido ao facto de que as partículas não desejáveis da cerveja não conseguirem formar uma matriz rígida e permeável, são utilizados auxiliares de filtração como o kieselguhr ou perlite (material vulcânico). Assim, estes materiais permitem a formação de um *filter cake* sólido e solto e que forme uma camada permeável para o filtrado (Eßlinger, 2009).

Como o próprio nome indica, a filtração por kieselguhr recorre à utilização de kieselguhr. Este material consiste num conjunto de partículas porosas derivadas de fósseis de organismos primitivos designados por diatomáceas (algas marinhas). Estas partículas do período miocénico são essencialmente compostas por dióxido de silício (Briggs *et al.*, 2004). Apesar de ser um auxiliar de filtração bastante eficaz, existem problemas associados no que diz respeito à saúde do operador visto que a inalação do pó, devido à sua composição rica em sílica, promove alterações a nível do trato respiratório aumentando o risco de contrair doenças como pneumoconiose (mais especificamente, silicose) e doença pulmonar obstrutiva crónica, como enfisema (Park *et al.*, 2001). Existem estudos que demonstram uma correlação positiva e linear entre a exposição cumulativa a partículas de sílica e o risco de cancro do pulmão (Rice *et al.*, 2001). No entanto é preferível a sua utilização do que a perlite pois, devido ao facto desta possuir um peso inferior (cerca de 30% menos) dispersa facilmente no ar e a pH baixo (inferiores a 5) pode libertar compostos de ferro (Briggs *et al.*, 2004).

As partículas de kieselguhr possuem tamanhos e formas diferentes, como se pode observar pela **Figura 4.5**. Esta variedade permite proporcionar diferentes tipos de permeabilidade o que faz com que a seleção do tipo de kieselguhr a aplicar dependa do tipo de partículas que se pretende separar.

Ou seja, caso a cerveja possua bastante levedura e poucas partículas é usado kieselguhr mais grosso, caso se verifique o contrário, é utilizando um grão mais fino com porosidade de menor diâmetro.



A. B. C. D.

Figura 4.5 Kieselguhr obtido por microscopia electrónica. Em **A.** e **B.** encontram-se representadas partículas completas ao passo que em **C.** e **D.** dizem respeito a pormenores dos poros de uma partícula. Adaptado de Davies, 2006; Bamforth, 2003 e Losic, 2006.

A filtração inicia-se quando se aplica a pré-camada às placas filtrantes. Esta, corresponde a uma lama filtrante constituída por kieselguhr de grãos de maior diâmetro, comparativamente ao pó que é doseado para a filtração (Bamforth, 2003). Os valores de pó para uma pré-camada rondam os 600-800 g/m^2 que devem ser distribuídos de forma uniforme para evitar partes mais finas e consequente mais vulneráveis à passagem de partículas. Os materiais sólidos da cerveja, juntamente com o auxiliar de filtração vão constituir o *filter cake*, essencial para uma clarificação eficaz da cerveja (Eßlinger, 2009). No decorrer da filtração, o kieselguhr é adicionado a água desarejada num tanque designado por tanque de kieselguhr que é continuamente doseado à cerveja na entrada do filtro, num fluxo de cerca de 100 g/hL de cerveja. À medida que é inserido, o kieselguhr vai-se acumulando progressivamente na pré-camada, constituindo uma 2ª camada à cerveja que necessita ser filtrada. Devido a esta acumulação, o fluxo da filtração tende a diminuir (Briggs *et al.*, 2004). A **Figura 4.6**. demonstra um esquema alusivo à passagem de cerveja pelas placas e pré-camada.

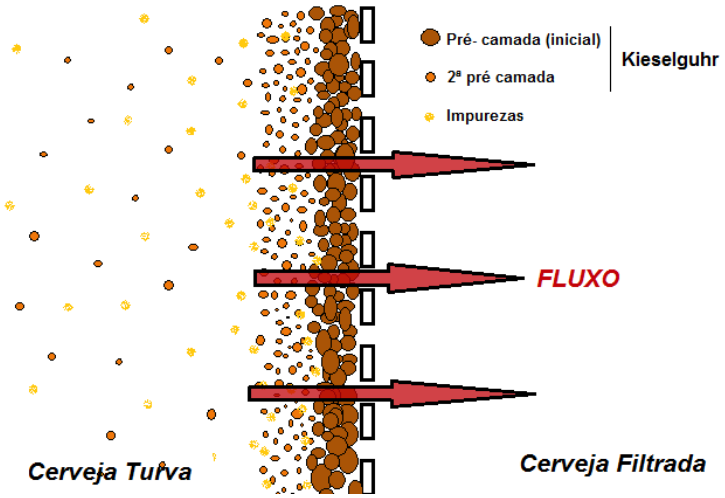


Figura 4.6 Frente de Filtração, vista transversal.

Como descrito previamente, a filtração pode decorrer até as placas filtrantes se encontrarem completamente carregada de sólidos. Assim sendo, não se deve usar demasiado auxiliar para prolongar a corrida sem ser necessário parar o filtro. Após a interrupção da filtração, o filtro é aberto, o kieselguhr é removido, as placas são lavadas e posteriormente esterilizadas com água quente. Se necessário, as placas são repostas por umas novas (Bamforth, 2003).

4.1.3. Diluição

A cerveja que chega até a este passo da Filtração, corresponde a uma cerveja concentrada e, como tal, para se encontrar de acordo com os parâmetros de qualidade, requer uma diluição. A água, corresponde a uma parte integral da receita da cerveja, assim sendo, a qualidade desta deve ser excelente quer a nível químico, como microbiológico e sensorial. Assim sendo, é necessário um processo de tratamento para incorporação desta na cerveja.

A água da EPAL (Empresa Portuguesa de Águas Livres) é armazenada e posteriormente descarbonatada e encaminhada para a secção de filtração. Aqui, é realizado um tratamento acídico com ácido clorídrico de modo à desmineralização e ao abaixamento do pH da água. A água tratada segue então para as cisternas e quando necessária ao processo de filtração, é encaminhada para um filtro, similar ao filtro de cartuchos, e posteriormente passa a um equipamento denominado *Aldox.* Este equipamento promove a remoção de oxigénio da água, passando esta a designar-se água desarejada. Posteriormente, a água é filtrada, e encaminhada para um permutador de calor, carbonatador, e é submetida a uma nova filtração. Após este passo, é irradiada por raios ultra-violeta com vista à destruição de possíveis microrganismos. Finalizando este procedimento, a água já se encontra tratada e pode então ser adicionada à cerveja. O sistema de distribuição desta água tratada, compreende uma vasta tubagem que se estende a todos os painéis presentes na Filtração, seção de CO_2, TCF1, e *Carboblenders*.

O *Carboblender*, após da determinação da densidade da cerveja, faz o ajuste automático da água necessária a adicionar segundo os parâmetros pré-estabelecidos. Esta adição é realizada através de um sistema de pressão.

4.1.4. Carbonatação

A carbonatação consiste na adição de dióxido de carbono à cerveja filtrada. Deste modo, constituí uma etapa fundamental no processo de produção não só, pelo fornecimento de características organolépticas relacionadas com o borbulhar e sensação aquando o consumo, como também de propriedades antimicrobianas devido à acidez associada ao dióxido de carbono, prolongando o tempo de prateleira da cerveja. A cerveja é capaz de fixar o CO_2 num estado supersaturado de modo a que libertações bruscas de pressão (como abertura da garrafa) ou aumento de temperatura, não a façam atingir o equilíbrio rapidamente, provocando uma efervescência exagerada, mas sim uma libertação lenta de dióxido de carbono (Briggs *et al.*, 2004).

O CO_2 provém do processo de fermentação e a sua dissolução na cerveja depende de fatores como temperatura e pressão que são controlados por reguladores de pressão e temperatura dos equipamentos de fermentação. Deste modo, e de acordo com a Lei de Henry, um aumento de pressão, promove um aumento linear de dissolução e um aumento de temperatura reduz, de forma não linear, a quantidade de gás dissolvido (Hough et al.,1982). Assim sendo, é ideal que a cerveja se encontre o mais refrigerada possível de modo a que sejam geradas condições ótimas para uma quantidade de CO_2 suficiente em solução para evitar uma carbonatação artificial e consequentemente aumentar os custos associados à produção.

No entanto, caso as concentrações deste gás não sejam ótimas, pode ser necessário um ajuste para um nível específico, antes do embalamento. Este, é controlado de forma rigorosa a partir de um aparelho designado por *Carboblender*, de modo a garantir ao consumidor um produto uniforme e consistente. O ajuste, realizado a temperatura relativamente baixa e pressão constante, está relacionado com o tempo de contacto entre a cerveja e o gás, a área de superfície exposta ao gás, presença de bolhas (aumentando a área de superfície) e também pressão hidrostática (sendo maior na base do tanque). O *Carboblender,* é constituído por diversas tubagens e possuí um sistema de caudalímetros e válvulas automáticas que permitem uma otimização do processo de carbonatação, permitindo uma adição e mistura automática da cerveja e CO_2. A calibração do equipamento é relativamente simples e o equipamento pode ser ajustado ao processo de filtração e aos programas de limpeza CIP. Um aspeto fundamental a ter em conta é que o gás a acrescentar à cerveja deve ser previamente purificado, de modo a não introduzir contaminação física e/ou microbiológica. O CO_2 purificado (designado por CO_2 vaporizado ao longo deste trabalho) é ainda submetido a filtros de modo a garantir a sua limpidez (Briggs *et al.*, 2004).

4.1.5. Filtração por filtro de cartuchos

Após a diluição e carbonatação, a cerveja é reencaminhada para um filtro de cartucho. Este equipamento corresponde a um recipiente cilíndrico, disposto na vertical, feito em inox. Dentro, possuí uma série de cartuchos filtrantes, aproximadamente 50, dispostos na vertical. A cerveja entra no filtro e depois é redistribuída pelos diversos cartuchos, saindo pelos orifícios de cada, como se pode observar pela **Figura 4.7**. Esta filtração é de extrema importância, na medida em que, retêm partículas sólidas que os filtros de kieselguhr não conseguiram filtrar, além disso, se algo inadequado ocorrer na filtração por kieselguhr, como por exemplo, rotura de uma placa, este equipamento retêm as partículas que pudessem estar presentes (Briggs *et al.*, 2004).

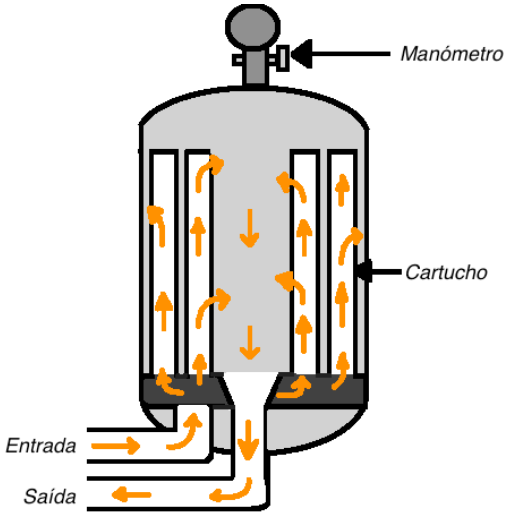


Figura 4.7 Esquematização da filtração por cartuchos, vista longitudinal.

4.1.6. Adição de aroma e outros compostos

Grande parte das bactérias e leveduras são pouco tolerantes a elevados níveis de álcool, como tal, a cerveja sem álcool é mais suscetível à contaminação microbiana. Agravando esta situação, devido ao facto desta cerveja não sofrer uma fermentação completa, existem açúcares de sobra que constituem um meio mais nutritivo para os microrganismos. O metabissulfito de potássio é um composto químico com odor intenso a enxofre que existe na forma de pó branco que quando dissolvido na água, atua não só como antioxidante, protegendo dos efeitos adversos da exposição ao oxigénio, como também, como desinfetante, inibindo o crescimento microrganismos deteriorantes da cerveja. Como consequência, preserva a frescura e cor e estabiliza a cerveja, prolongando o seu tempo de prateleira (Yang & Purchase, 1985). Possui uma ação semelhante ao metabissulfito de sódio, porém, não confere sabor e não aumenta o *intake* de sódio na dieta, através do consumo desta cerveja.

O óleo de lúpulo é usado na cerveja sem álcool, de modo a diferenciar melhor o seu perfil organoléptico do mosto mas esta matéria-prima tem reduzido impacto ao nível da proteção microbiológica, devido a ser essencialmente composta pela fração de óleos aromáticos e não dos alfa-ácidos, que têm função antibiótica contra bactérias Gram-positivas (Siragusa *et al.,* 2008).

4.1.7. Tanques de Cerveja Filtrada

A cerveja filtrada, carbonatada e diluída segue para o respetivo TCFs através de um sistema de tubagens em inox que é redirecionado para uns painéis com diversas entradas e saídas, onde e possível gerir o que entra para o tanque (**Figura 4.9**).

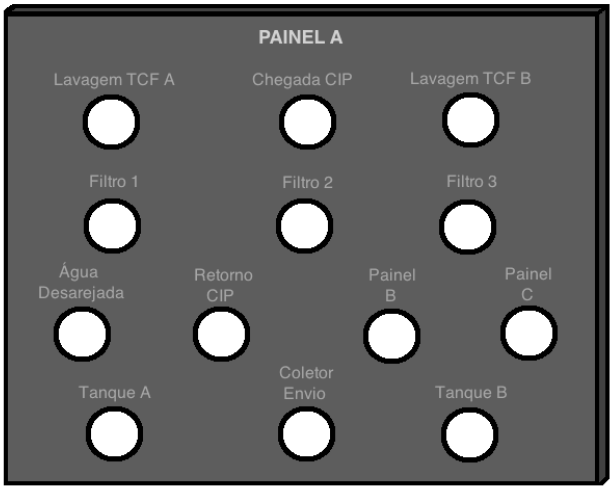


Figura 4.8 Exemplo de um painel existente na filtração. O painel comporta a chegada das diferentes tubagens (representado pelos círculos brancos).

É nos TCF que a cerveja filtrada é guardada até ser encaminhada para a secção de enchimento. Estes tanques permitem a conservação da cerveja (durante 72 horas, no máximo), pois a estrutura das suas paredes não permite grandes oscilações de temperatura, não excedendo os 4 ºC, garantindo deste modo o armazenamento em condições favoráveis. A temperaturas superiores, para além de uma maior probabilidade de contaminação, a solubilidade do CO_2 diminuí, sendo mais difícil de se manter em solução. Na Central de Cervejas existem 27 tanques, sendo que destes, existem tanques com diferentes capacidades de armazenamento:

- **TCFs 1, 6, 9** e **10** conseguem armazenar 15 hL;
- **TCFs 2, 4, 5, 7, 8, 23, 24, 25, 26, 27** e **28**, 39 hL
- **TCF 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21** e **22** têm capacidade para 120 hL.

O tanque é contrapressionado com CO_2 e uma camada de ar sobreposta que vai diminuindo à medida que o tanque enche. Durante o envio de cerveja para as linhas de enchimento, acontece o contrário, à medida que a cerveja é empurrada para as linhas, a camada de ar vai aumentando. É fundamental uma camada de CO_2, um gás inerte, entre a cerveja e o ar, de modo a que oxigénio não entre em contacto com a cerveja promovendo reações de oxidação alterando o sabor e diminuindo o tempo de prateleira da cerveja.

É através da análise da cerveja presente nos TCF que são obtidos os FTR. São feitas diversas análises, não só microbiológicas, como também sensoriais e químicas (álcool, oxigénio, cor, pH, acidez, etc.).

4.1.8. Programas de Higienização

Na seção de filtração são aplicados diversos programas de higienização de modo a eliminar quaisquer impurezas que apareçam quer nos equipamentos principais, quer nas tubagens que os interligam. Estas impurezas que podem decorrer de resíduos de produto que permaneceram após a produção e que podem ser alvo de contaminação bacteriana, diminuem a qualidade da cerveja. Deste

modo, existe um plano de higienização detalhado onde os programas de *Cleaning In Place* (CIP) garantem a total cobertura a nível de limpeza e desinfeção do interior dos diversos equipamentos e instalações na seção. Encontram-se também detalhados no programa de higienização os programas *Cleaning Off Place* (COP) que correspondem a uma limpeza realizada no exterior dos equipamentos, de forma a garantir que o ambiente em redor da produção se encontra limpo e não seja introdutório de contaminação.

Existem várias e importantes considerações acerca dos programas CIP. Estes programas dependem de inúmeros fatores, nomeadamente, tipo, quantidade e tempo de permanência da sujidade; temperatura do processo; natureza da superfície; ação mecânica da desinfeção; atividade e concentração do produto de limpeza. São estas características que fazem com que seja fundamental um estudo detalhado aplicado a cada equipamento para que a higienização seja otimizada a valores próximos do ideal, para que com o cumprimento rigoroso do plano seja possível uma diminuição do nível de contaminação microbiológica.

Regra geral, os programas CIP são controlados através de um painel eletrónico que tem os programas definidos. Estes, quando acionados, iniciam-se automaticamente bombeando o detergente cuja ação química tem como função a desagregação das partículas que aderiram à superfície do equipamento que posteriormente, são arrastadas pela água de enxaguamento. O facto de os detergentes não atuarem instantaneamente, faz com que seja necessário um intervalo de tempo considerável para que a solução consiga atravessar as partículas e as desagregue da superfície. No entanto, é importante ter em consideração que no final da higienização não pode existir resíduos do agente de limpeza, ou que se se verificarem, as quantidades têm que ser mínimas de modo a não pôr em perigo a saúde do consumidor nem introduzir alterações no próprio produto. A monitorização dos programas CIP é realizada através de sondas dispostas ao lango da tubagem e equipamentos que fornecem dados acerca de temperatura, caudal e condutividade. A garantia de uma boa higienização é obtida através de verificações visuais, análises de bioluminescência e análises microbiológicas das soluções CIP e água de enxaguamento (Herman, 1992).

Na seção de Filtração, o plano de limpeza comporta quatro distintas seções: zonas adjacentes à Filtração, Sala dos Filtros e Adegas de Cerveja Filtrada (1 e 2). Cada plano de limpeza detalha os procedimentos, com um esquema de cores para as diferentes zonas a limpar, frequência, responsável, duração, LUP do procedimento e ainda se a máquina se deve encontrar parada ou não.

4.1.8.1. Zonas adjacentes à Filtração

Como o próprio nome indica, correspondem às áreas adjuvantes à produção. Englobam a limpeza da Narthan, zona de despejo do kieselguhr, elevador, armazém de produtos auxiliares, chão e paredes, exterior das tubagens, tanque de soda, permutador de calor e bombas.

4.1.8.2. Sala dos Filtros

A higienização da sala dos filtros comporta as linhas de filtração, filtros de kieselguhr, filtros de cartuchos, Aldox, circuitos dos Carboblenders, caldeiras de kieselguhr, tubagens e tanques de aroma

e aditivos, chão, paredes e bombas. Na **Tabela 4.1,** encontram-se enunciados os diferentes processos CIP e respetivos passos de higienização dos equipamentos da área.

Sempre que finaliza a produção, a cerveja é empurrada com água, ficando, os filtros cheios de água e camadas de kieselguhr. É necessário proceder à remoção das lamas de kieselguhr (conseguida através da passagem por água e ação mecânica recorrendo a pá) e à esterilização dos filtros e respetivo circuito de envio de cerveja até aos TCF. Na esterilização, verifica-se a destruição ou eliminação completa de microrganismos (esporos inclusive), processo bastante eficaz para garantir que a cerveja filtrada realiza um percurso estéril até ao tanque. Além da esterilização efetuada a cada arranque ou final de ciclo, no final da semana, é realizada a higienização dos circuitos de cerveja recorrendo a uma higienização a quente através utilização de soda caustica. Este tipo de limpeza alcalina permite a saponificação de gorduras e desnaturação proteica grantindo que todo o circuito é higienizado.

Tabela 4.1 Higienizações presentes no plano de limpeza da sala dos filtros.

Ação	Programa	Produto [Concentração]	Temp.ª (ºC)	Duração (min)	Limpeza	Tipo de Circuíto
Higienização dos filtros (após finalização de ciclo)	Remoção de kieselguhr	-	-	30	Manual	a)
	Enxaguamento das placas	Água	Amb.	40	Manual	Aberto
	Enxaguamento	Água	Amb.	20	Manual	Aberto
	Esterilização	Água	90	120	Automática	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	20 b)	Manual	Aberto
Higienização semanal dos filtros	Enxaguamento	Água fria	Amb.	20	Automática	Aberto
	Enxaguamento	Água quente	80	20	Automática	Aberto
	Desinfeção Alcalina	Soda Cáustica [2%]	80	100	Automática	Fechado
	Enxaguamento	Água quente	80	20	Automática	Aberto
	Enxaguamento	Água fria	Amb.	10 – 15 b)	Automática	Aberto
Higienização do tanque de solução de aroma	Enxaguamento	Água	Amb.	15	Manual	Aberto
	Detergência Alcalina-Clorada	Ansep CIP [0,5%]	Amb.	45	Manual	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	22 c)	Manual	Aberto
Higienização do ALDOX	Detergência Ácida	P3 Horolit V [3,7%]	Amb.	10	Automática	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	5	Automática	Aberto
Higienização da instalação de dosagem de aditivos	Solução de Soda	Soda [2%]	80	80	Automática	Aberto
	Enxaguamento	Água quente	80	20	Automática	Aberto
	Enxaguamento	Água fria	Amb.	20b)	Automática	Aberto

a) Recuperar o Kieselguhr para caixa própria; b) Até arrefecer a tubagem; c) Até eliminação dos resíduos de desinfectante.

4.1.8.3. Adegas de Cerveja Filtrada

A higienização destas duas seções engloba a piscina para peças auxiliares da filtração, chão, paredes, circuitos de interligação dos painéis, bombas, exterior dos TCFs, tanques de CIP, separadores de espumas, painéis, circuitos do ar e CO_2. Através da consulta dos dados presentes na **Tabela 4.2,** é possível compreender em detalhe os passos de higienização inerentes aos principais equipamentos e tubagens da área.

No caso dos TCF, estes são CIPados a cada vazamento do tanque, visto que quanto mais tempo permanecem as impurezas mais difícil é a sua remoção (devido à secagem). O produto de desinfeção é o P3-Trimeta DUO, correspondendo a uma limpeza acídica em que o processo CIP decorre a temperatura ambiente. O facto de ser uma desinfeção ácida com um desinfetante estável não formador de espumas, em vez de uma alcalina, permite que não haja reação e respetivo consumo do CO_2, com risco de implosão do tanque, permitindo uma higienização sob pressão deste gás, um ambiente idealizado para o armazenamento de cerveja.

A higienização das tubagens é baseada na teoria em que o movimento do líquido apenas pode ter influencia efetiva quando ocorre turbulência, ou seja, quando o produto entre a velocidade média, diâmetro da tubagem é bastante superior ao da viscosidade do líquido. As tubagens de cerveja desta seção são higienizadas aquando a higienização dos filtros de cerveja (quer a higienização de final de ciclo quer a semanal) mas também durante a higienização do circuito das mangueiras e equipamentos auxiliares (uma vez por semana).

Relativamente às redes de ar e CO_2, a sua higienização é feita semestralmente. Uma desinfeção com uma frequência menor devido à elevada periodicidade da produção e ao menor risco de contaminação com impacto no produto. Visto que estes circuitos intervêm em diferentes fases do processo e nos diferentes tanques, uma maior frequência de higienização não é possível.

Relativamente à água desarejada, a frequência de higienização é quinzenal e é realizada recorrendo ao Ansep CIP, um produto alcalino não formador de espumas, de uso aconselhado para água.

Tabela 4.2 Higienizações presentes no plano de limpeza das Adegas de Cerveja Filtrada.

Ação	Programa	Produto [Concentração]	Temp.ª (ºC)	Duração (min)	Limpeza	Tipo de Circuíto
Higienização dos TCFs	Enxaguamento	Água com vestígios [0,2%]	Amb	5	Automático	Aberto
	Desinfeção Ácida	P3-Trimeta DUO [1 a 2%]	Amb.	30	Automático	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	10	Automático	Aberto
	Enxaguamento	Água	Amb.	15ª)	Manual	Aberto
Higienização do circuito das mangueiras, tubagens e equipamentos auxiliares	Enxaguamento inicial	Água	Amb	Variável b)	Manual	Aberto
	Enxaguamento	Água com vestígios	Amb	47	Automático	Aberto
	Desinfeção Ácida	P3-Trimeta DUO	Amb.	164	Automático	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	22	Automático	Aberto
	Enxaguamento	Água	Amb.	Variável a)	Manual	Aberto
Higienização dos circuitos de ar e CO_2	Enxaguamento	Água	Amb.	10	Manual	Aberto
	Desinfeção Ácida	P3-Trimeta DUO [1 a 2%]	Amb.	10	Manual	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	15	Manual	Aberto
	Esterilização com vapor	Vapor a 1,5 bar	140	90	Manual	Aberto
Higienização do circuito de água desarejada	Enxaguamento	Água	Amb.	10	Manual	Aberto
	Desinfeção Alcalina-Clorada	Ansep CIP [2%]	Amb.	60	Manual	Fechado
	Enxaguamento	Água	Amb.	24 a)	Manual	Aberto

a) Até não se verificar produto da CIP na purga da água; b) Até remover os vestígios de cerveja da tubagem

CAPÍTULO V

METODOLOGIA

5. METODOLOGIA

5.1. METODOLOGIA DE AÇÃO

Recorrendo a ferramentas TPM e através da colaboração de todos os intervenientes, é possível reduzir ou até mesmo eliminar a incidência de contaminação no processo da Filtração da cerveja, de uma maneira sustentável, utilizando a Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos (**Tabela 5.1**). Este plano de ações consiste na definição de objetivos e implementação de diversas atividades (tratamento de dados, recolha de amostras, elaboração de propostas de melhoria, instruções de trabalho, entre outros) de forma concreta e definida com o objetivo de eliminar problemas e alcançar ou superar os objetivos propostos a nível da qualidade microbiológica. A Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos é um plano criado pela empresa *Solving Efeso* em parceria com a *Heineken,* que se baseia em ciclos PDCA/SDCA e que evidencia a aplicação de ferramentas TPM como a Matriz QA (*Quality Assurance*), análise causa-raíz e ainda outras ferramentas como a análise "5 Porquês".

Tabela 5.1 Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos. Descrição dos processos associados a cada passo (Heineken, 2012).

PASSO 1: Identificar a origem dos defeitos
1.1 Garantir a fiabilidade do laboratório de microbiologia (conferindo conformidade com LSS, normas laboratoriais, amostragem fiável, etc.)
1.2 Analisar histórico de resultados FTR Microbiologia
1.3 Classificar defeitos e realizar diagrama de Pareto
1.4 Listar e descrever os modos de defeito
1.5 Realizar uma Matriz QA preliminar e estabelecer objetivos
1.6 Definir sistema de recolha de dados
PASSO 2: Repor as condições básicas na área critica e estabelecer normas
2.1 Identificar as áreas críticas (dividindo em seções e subseções)
2.2 Iniciar processo de etiquetagem e limpeza inicial
2.3 Relacionar anomalias com desvios do processo microbiológico/ equipamentos padrão, instruções de trabalho, planos de limpeza, programas pré-requisito, etc.
PASSO 3: Descobrir as causas raiz para os defeitos recorrentes
3.1 Identificar fontes prováveis de contaminação usando uma análise de trajetória para comparar números e tipos de microrganismos em cada fase
3.2 Realizar uma análise "5 porquês" para entender as causas dos defeitos
3.3 Atribuir as causas principais aos 5M (Mão de obra, Máquina, Material, Meio Ambiente e Método)
3.4 Produzir uma matriz QA final a partir da análise "5 porquês"
PASSO 4: Implementar ações de melhoria
4.1 Definir plano de ação (a partir do passo 3: quem, o quê, onde, quando, como)
4.2 Estabelecer contra-medidas (ex: novos *standards*, LUPs, instruções de trabalho, etc.)
4.3 Introduzir um sistema de treino para as novas medidas
4.4. Registar e correlacionar resultados de modo a verificar o efeito das novas medidas

Tabela 5.1 Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos. Descrição dos processos associados a cada passo (Heineken, 2012) (Continuação).

PASSO 5: Analisar cada defeito
5.1 Determinar a causa principal de todos os desvios das normas da microbiologia
5.2 Organizar uma análise de defeitos
5. 3 Definir o procedimento de análise de cada tipo de defeito
5.4 Formar o pessoal sobre como identificar e investigar desvios
5.5 Implementar o sistema e continuamente seguir os resultados das análises
PASSO 6: Melhorar o sistema de gestão para manter os ganhos
6.1 Redefinir as condições que garantam a qualidade microbiológica (pontos que influenciam a Micro FTR)
6.2 Atualizar *checklists* e normas para manter as condições definidas
6.3 Definir ações contra desvios da norma da microbiologia
6.4 Melhorar os sistemas de controlo
6.5 Rever e estabelecer novas condições base

5.2. ELABORAÇÃO DO FLUXOGRAMA DO PROCESSO

Para conhecimento de causa e identificação de defeitos é necessário, numa primeira etapa, a compreensão de todo o processo de Filtração utilizado na unidade fabril de Vialonga. Esta compreensão é conseguida através da verificação, no terreno, de todos os passos do processo e respetivos intervenientes, para que seja possível a identificação dos principais pontos-críticos em termos de microbiologia.

5.3. METODOLOGIA LABORATORIAL

O processo de análise de amostras recolhidas ao longo do processo da Filtração é, sem dúvida, um passo crucial na obtenção de dados alusivos à microbiologia. Deste modo, torna-se imprescindível a elaboração de um plano de amostragem, abrangendo a recolha de um grande número de amostras em diversos locais, de modo a ser possível um acompanhamento da qualidade microbiológica em todos os pontos do processo em estudo, desde tanques de guarda até tanques de cerveja filtrada. A análise de rotina consiste na recolha e análise de amostras de cerveja ao longo da Filtração, para ser possível não só a averiguação da evolução do indicador FTR Micro BBT, como também, a obtenção de uma melhor perceção acerca da ocorrência de contaminação. As análises extra-rotina consistem na recolha e avaliação de amostras líquidas (águas desarejada e recuperada, metabissulfito, CIP, água de saída dos ultra-violeta (UV), óleo de lúpulo, solução de desinfeção das

mangueiras, água lavagem dos TCF, solução kieselguhr) e gasosas (ar comprimido, dióxido de carbono) que visto serem intervenientes no processo, podem comprometer a qualidade da cerveja.

5.3.1. Teste de aptidão

Um dos requisitos do grupo Heineken é o facto dos analistas de laboratório estarem consciencializados acerca da importância e princípios das técnicas microbiológicas (Heineken 2007). No âmbito do *Laboratory Star System* (LSS), a garantia de fiabilidade dos resultados é fundamental para todas as análises efetuadas. Neste sentido, a necessidade de confirmação de aptidão de operadores e analistas é um passo de extrema importância. Para novos colaboradores, esta avaliação é levada a cabo através de uma *checklist* de formação, do seguimento de uma instrução de trabalho (IT-039-QSCC), registo e avaliação de competências do operador através de um procedimento prático supervisionado por um tutor. No caso de aptidão para realização de análises microbiológicas, a qualificação pressupõe o cumprimento de uma amostragem assética e estabelecer o controlo de segunda linha. O procedimento para validação consiste na recolha, quer pelo novo colaborador, quer pelo tutor, de amostras em duplicado num mesmo ponto de amostragem (neste caso, amostras do barrilete). Posteriormente, ambos trocam uma amostra com o outro e após a análise e contagem de unidades formadoras de colónias (ufcs) de todas as amostras, é realizada uma tabela contendo estes valores. Verifica-se a aprovação do novo colaborador se os resultados corresponderem a uma diferença inferior a 10% (Central de Cervejas, 2013).

5.3.2. Controlo e validação da análise microbiológica

Como referido anteriormente, a validação da qualidade e fiabilidade de resultados é indispensável no laboratório de microbiologia. Para confirmação destes parâmetros, é necessário o controlo apropriado de modo a ser possível uma avaliação de meios de cultura e métodos utilizados ao longo do procedimento experimental.

É fundamental que o ambiente em que as análises microbiológicas são efectuadas esteja limpo, de modo a reduzir o risco de contaminação secundária da amostra. De modo a confirmar este parâmetro, é feita uma análise semanal uma placa contendo meio fica aberta durante aproximadamente 15 minutos onde, ao fim dos quais, é incubada nas respetivas estufas durante o tempo/temperatura de incubação requerido para cada meio. Posteriormente, procede-se à contagem de colónias detectadas e nos casos de desvios da norma, a causa de contaminação é investigada.

No controlo da eficácia dos meios de cultura e procedimento experimental correto, são utilizados microrganismos de referência cujo objetivo é a validação quer do meio de cultura como do processo analítico associado. Antes do processo de sementeira e durante a preparação do meio, este deve estar corretamente legendado com o nome do preparador, meio e datas de produção e expiração. Só são utilizados meios que foram validados pela incubação com os microrganismos de controle (através do controlo positivo e negativo) e comparação com o ensaio branco em que o meio controle/branco não sofreu inoculação. No controlo positivo, é utilizado um microrganismo que revela o crescimento típico de colónias no meio teste, durante condições de incubação recomendadas, indicando

alterações, ou não, do meio. No caso do controlo negativo, é utilizado o microrganismo responsável pela fermentação de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) que não deve crescer no meio de teste. Os microrganismos de controlo são fornecidos pela *Brewing Science Services,* estando armazenados na *Group Supply Chain* a uma temperatura de - 80 °C. O crescimento de microrganismos no ensaio branco invalida o teste, indicando um procedimento ou preparação indevidos.

Relativamente ao equipamento laboratorial (microscópios, autoclaves, câmara de fluxo laminar, mantas de aquecimento, medidores de pH, refrigeradores, centrífugas, balanças, estufas e pipetas), este deve ser usado, manuseado e calibrado de acordo com as instruções do fabricante e todas as manutenções e calibrações dos aparelhos são registadas (Heineken, 2012).

5.3.3. Recolha de amostras

Segundo a *Food and Agriculture Organization*, a amostragem é realizada no sentido de desenvolver o conhecimento de causas e consequências de contaminações. Como tal, é necessário o estabelecimento de parâmetros de qualidade alusivos a instalações, operações e práticas de manuseamento. A recolha de amostras, neste tipo de matriz alimentar, deve ser representativa de todo o produto em análise naquele ponto que, neste caso, corresponde ao conteúdo dos tanques e/ou tubagens de onde foram retiradas as amostras. Assim sendo, as condições de recolha de amostras são de extrema importância visto que se a colheita for imprópria, a amostra não se torna representativa e os resultados não são significativos (Andrews, 1992).

Neste sentido, os recipientes utilizados na amostragem encontram-se em condições assépticas (através de esterilização por autoclave) e, antes da recolha de amostras, procede-se à desinfeção com álcool do ponto de amostragem. Antes deste procedimento, as condições do local de extração são verificadas (para que este não seja uma fonte de contaminação) e também é efectuada a purga do produto contido nas tubagens. O processo de recolha de amostras (com exceção para amostras recolhidas por seringa) é realizado junto a uma chama fornecida por um maçarico portátil. As amostras são, sempre que possível, analisadas logo após a recolha de modo a evitar alterações na população microbiana presente inicialmente na matriz.

Um parâmetro importantíssimo que é necessário ter em consideração é a identificação clara, completa e objetiva das amostras de modo a não originar resultados de amostras não correspondentes.

5.3.4. Procedimento de amostragem de cerveja

Este processo consiste na recolha e análise de amostras de cerveja nas adegas de guarda, saída do filtro de Kieselguhr, saída de filtro de cartucho e saída dos TCF. A frequência de análise é realizada consoante a produção.

Nas adegas de guarda, as amostras são recolhidas com o auxílio de uma seringa de agulha hipodérmica descartável. No caso da recolha à saída do filtro de cartucho, é utilizado o mesmo tipo agulhas, porém, em vez de seringa, estas encontram-se encaixadas num tubo de plástico onde a amostra líquida fluí até a uma garrafa estéril. A amostragem é feita através da perfuração com a

agulha num diafragma de borracha que se encontra no tanque ou na tubagem (no caso da recolha à saída do filtro de cartucho). É conveniente que a borracha não seja perfurada no mesmo local de orifícios já existentes, sendo que ao final de 10 perfurações por cm^2, esta deve ser trocada (Central de Cervejas, 1995a).

A recolha de amostras de saída do filtro de kieselguhr e dos TCF, é realizada através da recolha da amostra líquida por uma torneira para uma garrafa estéril, de preferência transparente para facilitar a visualização da amostra e qualquer partícula indesejada. O tamanho das garrafas utilizadas, é escolhido de forma a conter o volume de amostra necessário (geralmente 100 mL para cada teste) e a espuma produzida (Heineken, 2007e).

Após a recolha, as amostras são levadas para o laboratório, com a finalidade de serem analisadas. A metodologia utilizada consiste em diversas técnicas: sementeira por incorporação e por membrana filtrante, incubação de placas e respetiva identificação e quantificação de colónias de microrganismos aeróbios, bactérias lácticas e bactérias anaeróbias estritas.

5.3.4.1. Sementeira por incorporação

Esta técnica permite a deteção e quantificação de microrganismos viáveis nas amostras líquidas, desde que estas contenham entre 1 a 100 microrganismos por mL.

No caso da deteção de microrganismos aeróbios totais, bactérias aeróbias e bactérias lácticas, nas amostras de cervejas, é realizada a incorporação em meio sólido, **mWLN** (Modified Wallerstein Laboratory Nutrient Agar), **mWLD** (Modified Wallerstein Laboratory Differential Agar) (Oxoid, CM1146) e ***Raka-Ray*** (Oxoid, CM0777), respetivamente. Para o estudo de levedura selvagem, é utilizado o meio **YMCA** (Yeast and Mould Copper Agar, Oxoid CM 920). No caso de cerveja sem álcool, é também realizado um ensaio em **MacConkey** (BD Difco™, 212123) para deteção de enterobactérias. São pipetados 1 mL de amostra para uma caixa de Petri estéril de 9 cm de diâmetro. Posteriormente, são adicionados 10 mL de meio que se encontra estabilizado a cerca de 46 °C através de um banho quente e a mistura é então homogeneizada através de movimentos circulares. O meio é deixado solidificar e é posteriormente colocado em estufa.

A deteção de bactérias anaeróbias estritas prejudiciais à cerveja, *Megasphaera* spp. e *Pectinatus* spp., no caso das amostras recolhidas, é realizada apenas em amostras de TCF. Para obtenção de resultados, são aplicadas técnicas de incorporação em meio líquido **NBB-C** (Döhler, NBB®-Concentrate) que se baseiam na adição da amostra a uma garrafa contendo o meio (7% (v/v) NBB-C), homogeneização e respetiva incubação.

5.3.4.2. Sementeira por membrana filtrante

Para realização deste processo é necessária a filtração de 100 mL de amostra, numa câmara de fluxo laminar, através de uma membrana estéril de ésteres mistos de celulose (S-PAK® sterile membrane Filter, Millipore Corporation) com porosidade de 0,45 µm. A filtração é auxiliada graças a uma bomba de vácuo elétrica (EZ-Stream™ Pump, Millipore Corporation). Através desta técnica é possível a deteção e quantificação de microrganismos viáveis numa amostra líquida que contenha menos de 1 ufc/mL. Após filtração, a membrana é transferida para uma placa de Petri, com a ajuda

de uma pinça estéril, onde é colocada sobre o meio de cultura respetivo (já solidificado). Posteriormente, a placa é incubada na respetiva estufa. Para esterilização dos funis, estes são passados por água a ferver (para remoção de restos de cerveja) e por etanol, posteriormente, são passados à chama e cobertos com a respetiva tampa. Após a última filtração, o sistema é desmontado e os funis são postos em autoclave (Heineken, 2007d).

5.3.5. Procedimento de amostragem de amostras gasosas (CO_2, ar comprimido)

A amostragem destas amostras é realizada em torneiras correspondentes ao circuito de ar e CO_2. Para esta análise, é necessário um frasco de amostra estéril contendo 200 mL de solução aquosa de NaCl (0,9% p/v) que retêm os microrganismos, e cuja tampa se encontra perfurada. Deste orifício, emerge um tubo de borracha cuja extremidade interna se encontra submersa na solução e a extremidade livre é envolta em papel de alumínio. Na recolha da amostra e após esterilização com álcool e passagem do ar durante cerca de 30 segundos, a extremidade livre do tubo é adaptada à torneira. O ar é borbulhado durante um determinado tempo e caudal apropriados ao volume de recolha, aproximadamente 15 minutos. Posteriormente e já no laboratório, a solução salina é submetida a filtração por membrana filtrante, incubação na respetiva estufa, e análise de placas. Os meios utilizados para este tipo de amostras são **mWLN** e **Raka-Ray**, para deteção de microrganismos aeróbios totais e bactérias lácticas (Heineken, 2009b).

5.3.6. Procedimento de amostragem de amostras líquidas (água recuperada e desarejada, metabissulfito, CIP, água de saída dos UV, óleo de lúpulo, solução de desinfeção das mangueiras, água lavagem dos TCF e solução kieselguhr)

A recolha de amostras líquidas corresponde a um vasto leque de amostras: água recuperada (presente no tanque de recuperação de água) e desarejada (TCF 1), metabissulfito de potássio, CIP (trimetaduo e trimetaduo recuperado), água de saída dos UV (correspondente a água desarejada que é submetida a radiação UV antes de ser armazenada no TCF 1), água de desinfeção das mangueiras (correspondente a água e P3-topax® 990 onde são colocadas as mangueiras utilizadas na Filtração), água de lavagem dos TCF (diz respeito às ultimas águas de limpeza dos TCF), óleo de lúpulo e solução de Kieselguhr (correspondente a pó Kieselguhr e água).

As primeiras três amostras enunciadas (água recuperada, água desarejada e metabissulfito) são recolhidas a partir de torneiras presentes nos tanques que contêm a solução, para copos estéreis. A água recuperada corresponde a uma água que é reaproveitada ao longo do processo de Filtração, é uma água que serve para uma lavagem primária das placas filtrantes para remoção do kieselguhr. A água desarejada consiste na água que é adicionada para a diluição da cerveja, visto ser diretamente adicionada, é crucial que não seja introdutória de contaminação. Já o metabissulfito é apenas adicionado em cerveja sem álcool e visto ser uma cerveja mais suscetível à contaminação microbiana, é necessário que se encontre isento de contaminação. Relativamente a amostras de CIP, água de saída dos UV e óleo de lúpulo, estas são recolhidas com o auxílio de seringas de agulha hipodérmica

descartável. As amostragem das CIP é de extrema importância pois corresponde ao sistema de higienização de circuitos e equipamentos existentes na secção de Filtração. A amostragem de água à saída dos UV é também fundamental pois permite detetar o bom ou mau funcionamento do aparelho emissor de radiação UV e corresponde a uma amostra de água que vai ser armazenada no TCF 1. O óleo de lúpulo é destinado apenas a cerveja sem álcool, tal como o metabissulfito, sendo adicionado diretamente na cerveja, e devendo, como tal, ser isento de contaminação. As amostras restantes, são recolhidas para copos estéreis por imersão do copo na solução (solução de desinfeção das mangueiras e solução de kieselguhr), ou pela drenagem da água existente na tubagem dos tanques (água de lavagem dos TCF). Esta amostragem é também importante pois, como são equipamentos que entram em contacto direto com a cerveja, não devem possuir microrganismos.

No laboratório, as soluções são filtradas através de membrana filtrante (com exceção para o óleo de lúpulo que devido à sua densidade necessita uma sementeira por incorporação), incubadas na respetiva estufa, e posteriormente analisadas. Os meios utilizados para este tipo de amostras são **mWLN** e **Raka-Ray**, para deteção de microrganismos aeróbios totais e bactérias lácticas. Por vezes é utilizada metodologia para determinação de coliformes (fecais e totais), designada por *Método SimPlate*.

5.3.6.1. Método SimPlate

Esta metodologia consiste na deteção e quantificação de coliformes totais e fecais em amostras de água numa mesma placa (BIOCONTROL, SimPlate®). Para realização deste ensaio, 10 mL de amostra são misturados (recorrendo a vortex) em tubos contendo meio em pó, a solução deverá ter uma coloração azul. Posteriormente e em condições asséticas, a tampa da placa é removida e a mistura é vertida para dentro da placa, de modo a distribuir a amostra por todos os poços, e a tampa é novamente colocada. O excesso de líquido é recolhido através da inclinação da placa para o extremo que contem esponja absorvente. As placas são incubadas em aerobiose, sem inversão, durante 24 horas a uma temperatura de 37 ± 1 °C, onde ao fim das quais são analisadas. No caso de verificação da presença de coliformes totais, as cavidades apresentam cor rosa, em caso negativo, permanecem azul. Para deteção da presença de coliformes fecais, a placa deverá ser exposta a radiação UV e caso as cavidades emitam fluorescência, a amostra está contaminada por coliformes fecais. Após contagem de resultados positivos, para quantificação do número de coliformes por mL, recorre-se a uma tabela de conversão presente nos *kits* de meio e divide-se esse valor pelo volume de amostra (neste caso 10 mL).

5.3.7. Incubação de placas

Este passo é de extrema importância para a análise de placas microbiológicas. A incubação é realizada em estufas termostaticamente controladas cuja atmosfera interior é normalmente constituída por ar. Deste modo, são criadas condições ótimas para o desenvolvimento seletivo de microrganismos presentes nas amostras. As caixas de Petri utlizadas devem possuir rugosidades nas arestas de modo a permitir que a atmosfera interna seja idêntica à externa (Central de Cervejas

1995c). As placas de Petri são colocadas em posição invertida de modo a evitar que o condensado formado no seu interior, pingue para o meio.

No caso das placas com mWLN e mWLD, a incubação é feita durante 3 dias a 30 ± 1 °C. Para MacConkey é realizada uma incubação durante 2 dias a 30 ± 1 °C. Relativamente ao YMCA, são necessários 3 dias de incubação a 26 ± 1 °C. Nas garrafas contendo NBB-C, 11 dias a 30 ± 1 °C. Para placas contendo Raka-Ray, é necessária uma incubação em condições de anaerobiose durante 5 dias a 30 ± 1 °C.

5.3.8. Análise de colónias de microrganismos (estudo de microrganismos aeróbios, bactérias lácticas, bactérias anaeróbias estritas)

A deteção e quantificação de microrganismos aeróbios totais e bactérias aeróbias, como referido anteriormente, é feita em placas com mWLN e mWLD, onde ao fim da respetiva incubação, se procede à contagem e observação microscópica de colónias isoladas. Visto a identificação completa não ser essencial na solução de problemas higiénicos, apenas é efectuada uma caracterização preliminar de microrganismos isolados, recorrendo a testes bioquímicos simples. Após a observação da cultura ao microscópio (geralmente a uma ampliação 400x), caso se tratem de colónias de leveduras, se estas existirem em mWLN e mWLD correspondem a leveduras selvagens, caso só apareçam em mWLN, correspondem a leveduras tipo Lager. Se se verificarem colónias de bactérias a identificação é feita recorrendo a uma árvore de decisão apresentada na **Figura 3.2**. É através deste documento que é feita a escolha de testes para a identificação de microrganismos. Os testes a aplicar são: coloração de Gram, teste KOH, aminopeptidase, catalase, oxidase, fermentação da lactose.

Para deteção e quantificação de bactérias ácido-lácticas é utilizado *Raka-Ray*. Após incubação, é verificado o crescimento de colónias microbianas, e caso sejam detetadas, estas são submetidas a uma análise microscópica para observação morfológica e são aplicados testes como a presença de catalase e coloração de Gram.

No caso da determinação de *Megasphaera* spp. e *Pectinatus* spp., após incubação, é verificada a presença, ou não, de turvação. Caso ocorra crescimento, é visível a turvação, sendo que é então recolhida uma amostra que é observada ao microscópio para análise da morfologia (ampliação 400x em contraste de fase) e os microrganismos são identificados segundo critérios morfológicos recorrendo a uma árvore de decisão, **Figura 3.3**.

5.3.8.1. Coloração de Gram

A técnica de diferenciação de bactérias Gram negativas e Gram positivas é realizada suspendendo uma colónia individual em água destilada numa lâmina de microscópio. A lâmina é passada pela chama e deixada a secar. Depois de seca, é submergida com a solução de violeta de cristal (BD Difco™, Gram Crystal Violet, 212525) durante 1 minuto, onde ao fim do qual é lavado com água. Posteriormente a lâmina é submergida por solução de iodina (BD Difco™, Gram Iodine, 212542)

durante 1 minuto e lavada com água. Caso a lâmina permaneça com coloração carregada, pode proceder-se a uma descoloração através de um descolorador (BD Difco™ ,Gram Decolorizer, 212527) durante 10 segundos. Por fim, é adicionada safranina durante 20 segundos (BD Difco™, Gram Safranin, 212531) e é efectuada novamente uma lavagem com água. Depois da lâmina estar seca, é observada ao microscópio (ampliação 100x, através da imersão em óleo). As bactérias Gram positivas apresentam coloração azul/violeta enquanto que as Gram negativas coram a rosa/vermelho (Heineken, 2007d).

5.3.8.2. Teste KOH

Esta técnica é realizada espalhando uma colónia individual numa solução de KOH a 3%. Caso ao levantar a ansa em que se realizou o espalhamento, o material celular vier agarrado trata-se de células Gram negativas, caso contrário, corresponde a Gram positivas (Heineken, 2007c).

5.3.8.3. Teste da catalase

Para realização deste teste é necessário adicionar uma gota de solução de H_2O_2 a 3% a uma colónia bacteriana previamente colocada numa lâmina. A libertação de O_2 que indica a presença de catalase, é verificada pela existência de bolhas (Central de Cervejas, 1995b).

5.3.8.4. Teste da oxidase

O teste da oxidase é realizado através da colocação de uma colónia na zona reativa de uma tira de cartão de um kit comercial (Oxoid, BR0064). Caso se verifique coloração azulada/arroxeada ao final de 20 a 60 segundos, indica que as bactérias são oxidase positiva (Heineken, 2007c).

5.3.9. Análise por bioluminescência

Através da bioluminescência é possível uma avaliação rápida dos procedimentos de higienização após lavagem de equipamentos e circuitos. Esta técnica consiste no esfregaço, recorrendo a uma zaragatoa (3M™, Clean-Trace™ Surface ATP UXL100), nas superfícies de tanques e tubagens a analisar. Posteriormente, a zaragatoa é colocada de novo no tubo de origem, fazendo pressão, de modo a libertar a solução que irá reagir com a adenosina trifosfato (ATP). Deste modo, é possível a leitura da luz emitida pela zaragatoa, através de um lluminómetro (3M™, Clean-Trace™ NG Luminometer NG3) onde o tubo (já com a zaragatoa), é inserido, fornecendo os resultados (em RLU) no mostrador do aparelho. Este resultado é confrontado com os valores de especificação estabelecidos para cada equipamento (Heineken, 2007a).

CAPÍTULO VI

TRABALHO EXPERIMENTAL

6. TRABALHO EXPERIMENTAL

Durante o ano de 2013 até à data de criação da Equipa de melhoria (Semana 41), o valor do indicador microbiológico da Filtração de cerveja, o FTR Micro BBT era de 88,3%. Tendo em conta os princípios de melhoria contínua inerentes à empresa, o objetivo proposto para o ano de 2014 na área objetiva um alvo mais ambicioso, um FTR Micro BBT de 90%.

Visto que o resultado do FTR Micro BBT influencia o FTR Micro Produção e consequentemente o FTR Micro Geral, o alcance de resultados ótimos na Filtração permite a melhoria destes indicadores, verificando-se a redução de Defeitos, um dos objetivos principais do Pilar da Qualidade. Assim, na **Figura 6.1**, encontra-se apresentado o desdobramento dos indicadores influenciados pela criação da equipa de melhoria.

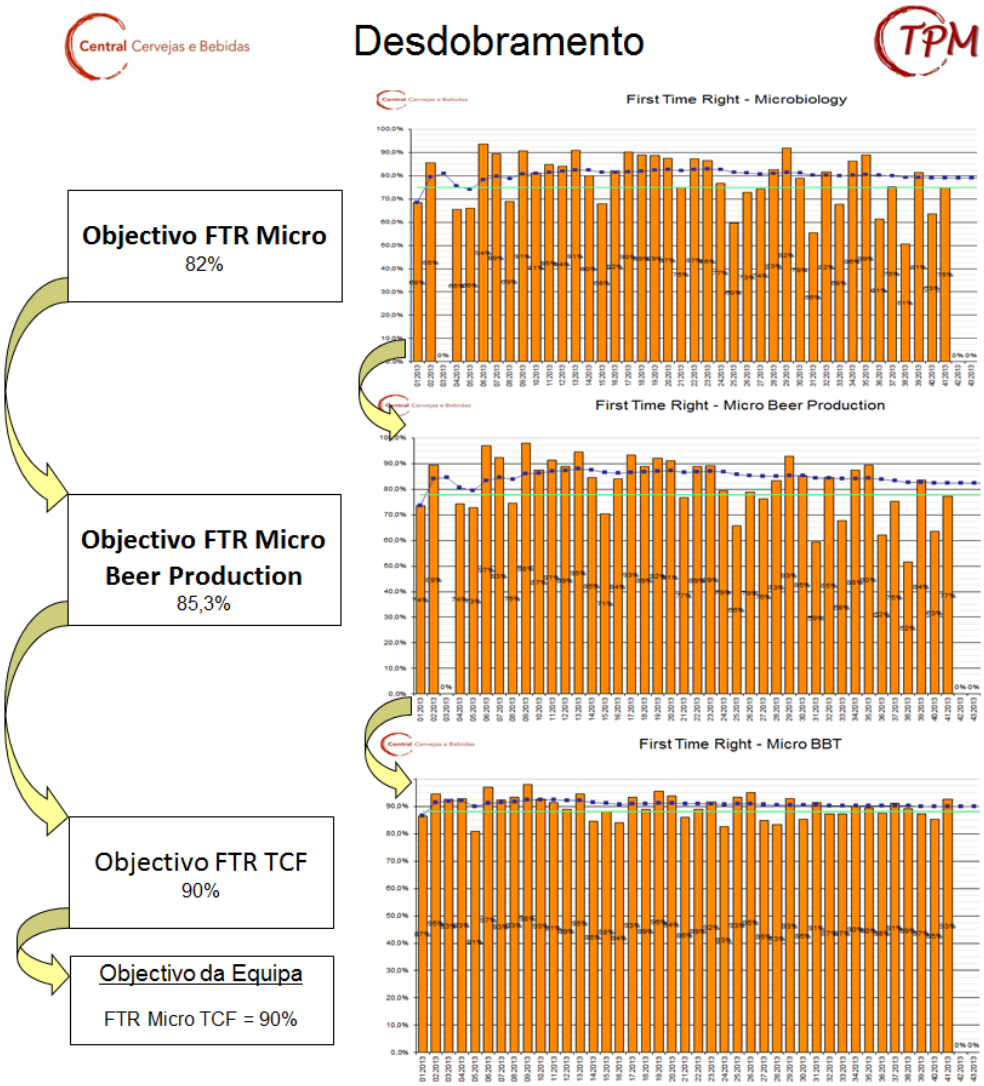


Figura 6.1 Representação do desdobramento do indicador FTR Micro em FTR Micro Produção e deste em FTR Micro BBT.

A melhoria do FTR Micro BBT para o objetivo proposto (90%), teve como base a aplicação de ferramentas TPM nomeadamente o seguimento dos passos correspondentes à Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos da *Heineken*.

6.1. EQUIPA

No âmbito da melhoria do indicador microbiológico da área de Filtração de cerveja FTR Micro BBT (*First Time Right* Microbiológico dos *Bright Beer Tanks*) e seguindo a Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos da *Heineken*, foi criada uma equipa de melhoria específica do FTR Micro BBT, cujo objetivo principal, consistiu na realização de atividades para identificação de origens de defeitos de modo a providenciar uma melhoria no sistema de qualidade microbiológico. Esta equipa multidisciplinar foi constituída por 5 elementos com funções diferentes (evidenciadas na **Tabela 5.1**), iniciou a sua atividade a 9 de Outubro de 2013, semana 41.

Tabela 6.1 Equipa de melhoria específica FTR Micro BBT 2013. Descrição dos nomes, funções e responsabilidades de cada membro da equipa.

NOME	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADE
Dr. Pedro Vicente	*Brewing Manager*	*Sponsor* do projeto. Planeamento e acompanhamento das ações e ensaios Análise de dados
Beatriz Teixeira	Estagiária (*Brewing*)	Líder da Equipa, atualização do quadro da equipa Planeamento e acompanhamento das ações e ensaios Recolha e análise de dados
Inês Goes	Técnica de Laboratório	Recolha de dados Controlo laboratorial
Alberto Fernandes	*Team Leader* Filtração	Realização e registo dos ensaios, recolha de dados. Interface com operação, Realização de Lições de um ponto (LUPs)
Ekaterina Demianova	*Beer Processing Manager*	Planeamento e acompanhamento das ações e ensaios. Análise de dados
Miguel Carvalho	*Beer Processing Manager*	Planeamento e acompanhamento das ações e ensaios. Análise de dados

De modo a alcançar os objetivos propostos, foi elaborado um documento, *Team Initial Report*, que detalha o problema, equipa e metodologia aplicada (**Figura 6.2**). Este documento acaba por constituir um resumo, percetível a qualquer leitor que detalha os fundamentos da equipa.

Team Initial Report

1.1. Title	1.2. Department & Machine (Area) involved	1.3.Problem description (What is problem / Why is it a problem?)	1.4. Weekly Meeting on: (day & time)
Melhoria do sistema de gestão da qualidade microbiológica da filtração de cerveja	Filtração	FTR Micro BBT tem objetivo para 2014 mais ambicioso (90%), sendo o valor atual 88,3%	4.ª 15:00-16:00

2.1.Team leader & members	2.2. Sponsor of the project (possibly the Pillar Leader)
Beatriz Teixeira, Inês Goes, Alberto Fernandes	Pedro Vicente

3. Methods/tools to be used
Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos, incluindo Matriz QA, etiquetas, Ishikawa e 5 Porquês

4. Expected Output of the Team (at the moment of the Team Final Evaluation)
FTR Micro BBT = 90%

5. Quantitative (long term - 9 months) Objectives of the Team (to be achieved with the full implementation of all countermeasures)	6. Potential Savings (KEuro/year)
FTR Micro BBT = 91%	N/A

Figura 6.2 ***Team Initial Report*** **da Equipa FTR Micro BBT.**

6.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Após uma análise cuidada da Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos, foi definido o *Master Plan* que consiste no enquadramento temporal (planeado e previsto) para realização de cada um dos passos da Rota (**Figura 6.3**).

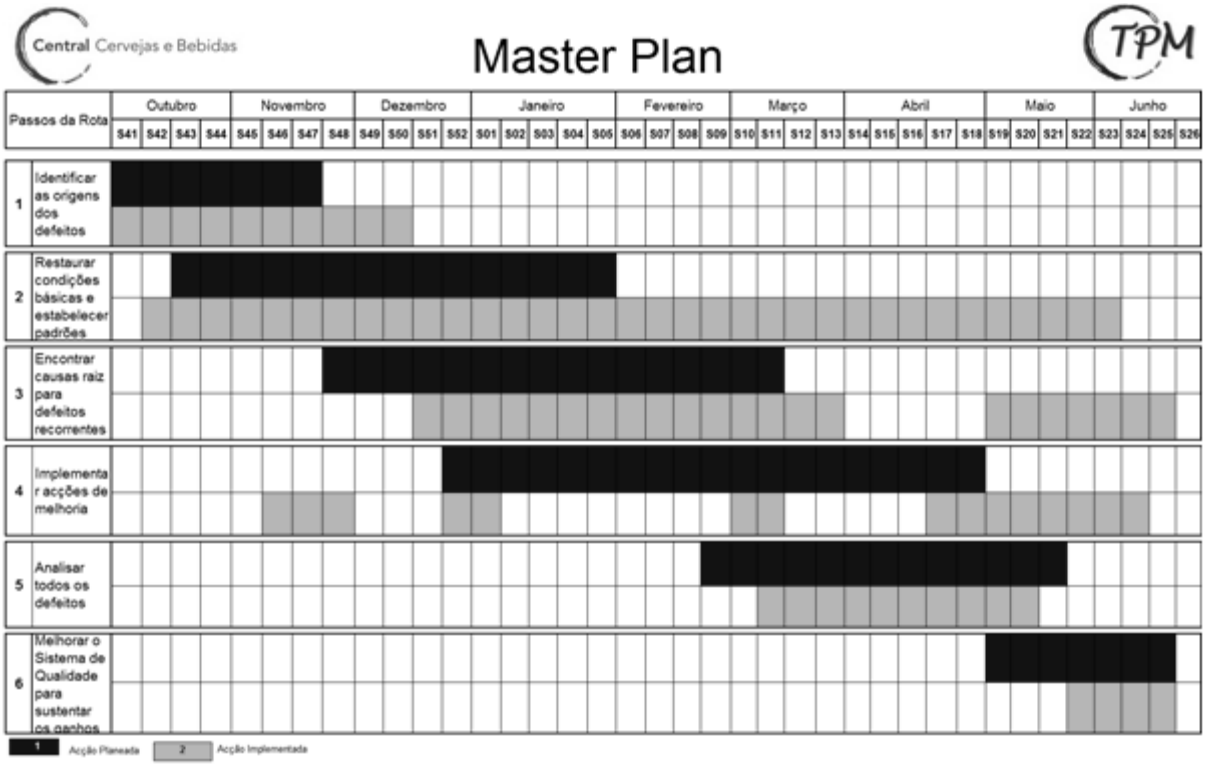


Figura 6.3 *Master Plan* da Equipa de melhoria FTR Micro BBT. Neste plano, são evidenciadas a preto as ações propostas e a cinza as ações implementadas no âmbito da equipa.

Tendo em conta a calendarização planeada segundo o *Master Plan* e os objetivos de cada passo da Rota de Redução de Defeitos, durante as reuniões da equipa, foi elaborado o Plano de Ação da equipa FTR Micro BBT (apresentado em **APÊNDICE I**), onde foram atribuídas tarefas a cada elemento.

De modo a permitir o envolvimento dos colegas da Filtração através do acesso simples ao trabalho efetuado, foi exposto na área um quadro contendo detalhadas as ações realizadas no âmbito da equipa, organizadas pelos passos principais da Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos (**Figura 6.4**).

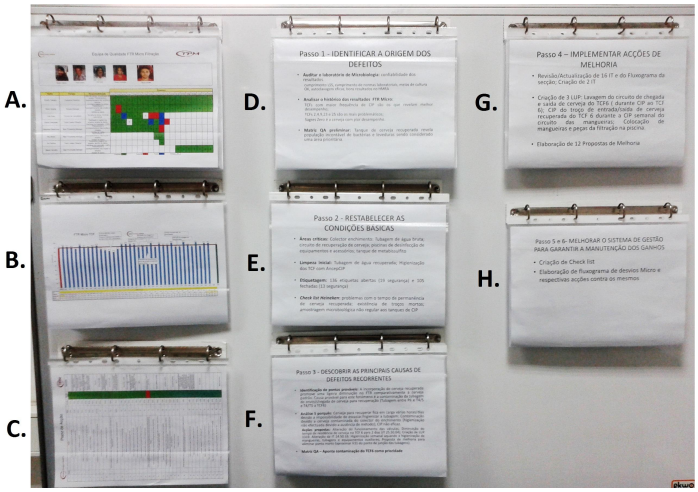


Figura 6.4 Quadro da Equipa de melhoria FTR Micro BBT. Em **A** encontram-se apresentados os documentos relativos à equipa, *Team Initial Report,* desdobramento, rota, auditorias e *Master Plan*. **B** corresponde à evolução do indicador ao longo do tempo de atividade da equipa, evidenciando as principais alterações e respetivo objetivo. **C** representa o plano de ação e os pontos **D** a **H** correspondem aos passos da Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos.

6.3. AUDITORIAS

As auditorias internas efetuadas permitiram a avaliação do desempenho e cumprimento segundo o plano das diversas atividades através do acompanhamento contínuo da evolução do indicador. Este tipo de auditoria, é baseada num plano criado pela *Solving Efeso* fundamentado pelo TPM, onde são equacionados e avaliados vários parâmetros relativos a custos, planeamento, implementação, resultados, padronização e envolvimento, obtendo-se uma pontuação final, no final de cada auditoria. O plano de auditorias e respetivas auditorias realizadas podem ser consultados em **APÊNDICE II.** Com base nos valores obtidos, o plano permite a obtenção de um gráfico que demonstra o desempenho da equipa ao longo das semanas (**Figura 6.5**).

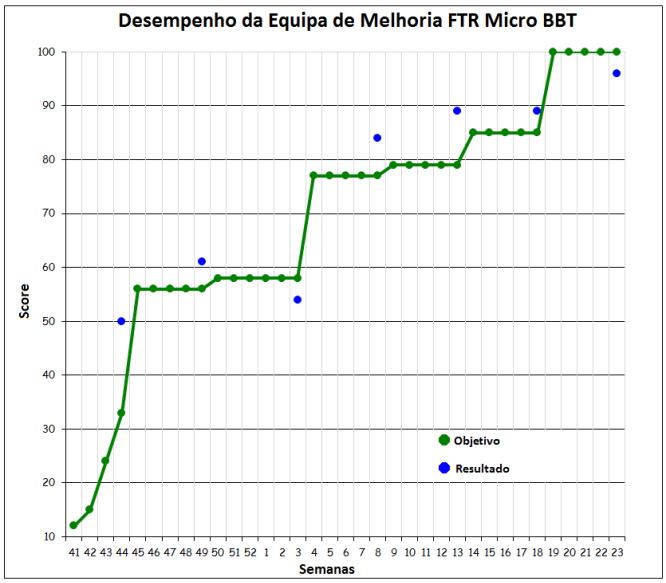


Figura 6.5 Desempenho da Equipa de Melhoria FTR Micro BBT ao longo das auditorias realizadas.

Na semana 25 foi realizada uma auditoria *Heineken*, onde foram avaliados os vários pilares e suas componentes. No caso do Pilar da Qualidade, o trabalho da Equipa de melhoria FTR Micro BBT foi apresentado no dia 18 de Junho, orientado pela exposição da documentação do Quadro da Equipa e uma visita ao terreno, onde se mostraram os pontos críticos identificados.

6.4. CONHECIMENTO DETALHADO DA ÁREA

De modo a uma melhor compreensão do sistema de Filtração, identificação de possíveis pontos críticos e locais de amostragem microbiológica, foi imprescindível a elaboração de um fluxograma (**Figura 6.6**) que contém sequenciadas as diversas etapas do processo e entrada de matérias intervenientes. Na sua realização, foram realizadas diversas verificações no terreno, durante o período normal de funcionamento da unidade produtiva, no âmbito de assegurar a veracidade do mesmo.

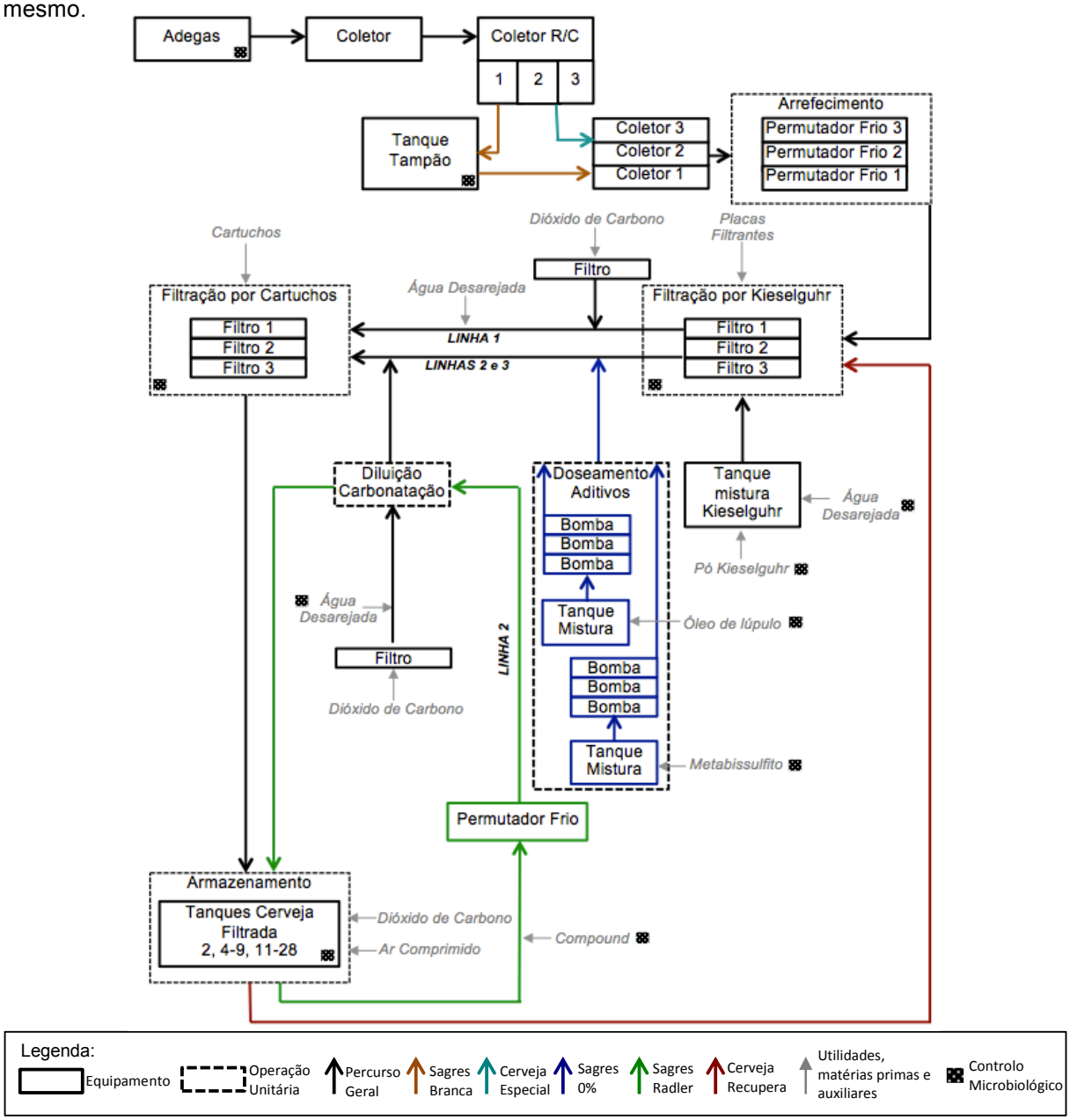


Figura 6.6 Fluxograma do processo de Filtração da cerveja.

Com a construção do fluxograma foi possível estabelecer as etapas-chave e identificação de áreas prioritárias de ação do processo, fundamentais na elaboração da Matriz QA:

1. Envio para *Nathan* (tanque tampão)
2. Armazenagem na *Nathan*
3. Envio da *Nathan*/Guarda para arrefecedor
4. Arrefecimento no *Chiller*
5. Filtração com kieselguhr
6. Adição de *compound* / aditivos
7. Diluição e Carbonatação
8. Filtração pelo filtro de cartuchos
9. Armazenagem em TCF
10. Armazenagem de fins e inícios no TCF 6
11. Envio de cerveja recuperada do TCF 6 para filtro

Além da definição dos 11 pontos-chave do processo de Filtração, com a elaboração do fluxograma da seção, foram equacionados os possíveis pontos de amostragem na área, de modo a permitir uma amostragem que garanta uma sequenciação de resultados, importantes na elaboração do trabalho.

Este entendimento detalhado da área, permitiu a correção do documento "04.03.05 – Fluxograma de Filtração de Cerveja" presente no Manual Técnico Industrial.

6.5. PASSO 1: IDENTIFICAR A ORIGEM DOS DEFEITOS

Este passo é fundamental na medida em que consiste no passo "arranque" para a melhoria dos indicadores microbiológicos, ou seja, a identificação da origem dos defeitos. É baseado na recolha e análise de dados relativos à amostragem microbiológica.

6.5.1. Garantir a fiabilidade do laboratório de microbiologia

A validação da fiabilidade de resultados quer a nível de materiais como metodologias aplicadas, é indispensável no laboratório de microbiologia. Para confirmação destes parâmetros, é necessário o controlo apropriado que é conseguido através de boas práticas de trabalho e do cumprimento das normas laboratoriais estipuladas. Os Laboratórios da Fábrica de Vialonga estão certificados, desde 2011, pelo sistema *Laboratory Star System* (LSS), um sistema de qualidade uniforme para os laboratórios do grupo *Heineken,* que se encontra focado no princípio de fazer bem à primeira garantindo melhoria contínua, confiabilidade e eficiência nas diversas análises. Este sistema atribuiu aos Laboratórios de Vialonga, uma estrela, estatuto que dá ênfase à garantia da qualidade dos métodos analíticos. Como compromisso, os laboratórios asseguram o cumprimento dos doze requisitos que cobrem os aspectos técnicos e de gestão: *Pessoal competente e qualificado*; *Melhoria contínua* segundo a perspectiva dos ciclos CADP/SDCA; *Métodos de acordo com as Normas de Laboratório Heineken*; *Codificação e Identificação* de equipamentos, reagentes e amostras; *Equipamento*, onde os instrumentos e equipamentos que influenciam a fiabilidade de resultados

devem ser calibrados, mantidos em boas condições e cumprir as especificações necessárias; *Auditorias internas* de modo a averiguar se o sistema de qualidade do laboratório é eficaz e operacional; *Garantia de qualidade dos resultados analíticos* através de 3 linhas de controlo (cartas de controlo, amostras desconhecidas e testes interlaboratoriais) cujo objetivo é monitorizar a validade das análises e calibrações; *Logística da amostragem* realizado através de um plano de amostragem; *Rastreabilidade* que é garantida por uma verificação periódica e aleatória de todo o percurso de análise; *Ambiente*, onde se assegura que os resultados não são influenciados pelo ambiente externo; *Controlo e arquivo de documentos* que constituem o sistema LSS e *Gestão da Qualidade*.

Em relação aos testes laboratoriais, os *Heineken Microbiological Ring Analysis* (HMRA), correspondem a amostras desconhecidas fornecidas pela *Heineken* (tubo verde e tubo amarelo) em que se pretende a identificação e quantificação dos microrganismos que contém. No caso da identificação, consoante a comparação de resultados, entre o submetido e o da *Heineken*, é atribuída uma cotação de 0 a 100 (**Figura 6.7**). Em relação à quantificação, consoante os valores obtidos pelos outros laboratórios do grupo, é feito um tratamento estatístico (**Figura 6.8**). Nesta estatística, quanto menor o desvio da média, ou seja quanto mais próximo de zero, melhor é a classificação

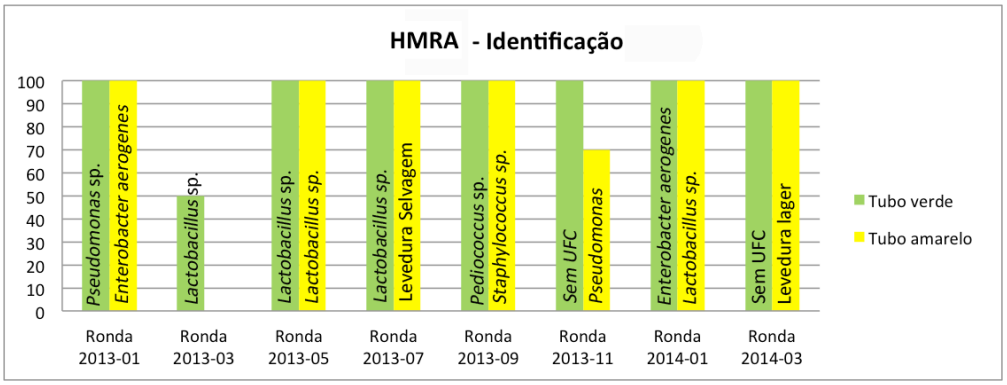


Figura 6.7 Resultados dos HMRA relativos à identificação de microrganismos, segundo a similaridade com o microrganismo sugerido.

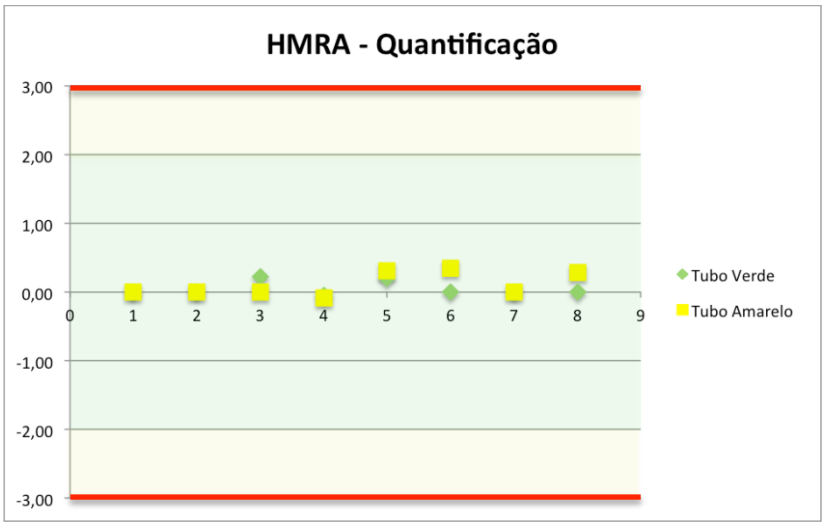


Figura 6.8 Resultados dos HMRA relativos à quantificação de microrganismos. Resultados expressos em relação ao desvio relativo aos resultados dos restantes laboratórios.

Os resultados da identificação obtidos no HMRA em quase todas as rondas, foram satisfatórios (salvo a exceção para a ronda 2013-03 em que no tubo verde constava *Acetobacter* e não *Lactobacillus* sp.). Em relação à quantificação, não se verificou nenhum desvio da norma sendo que todos os valores se encontram compreendidos na gama de valores aceitáveis (entre -2 e 2).

6.5.2. Analisar histórico de resultados FTR Microbiologia

A análise do histórico de resultados FTR Micro é importante para deteção de padrões de desvio que constituem o passo de partida para a identificação da origem dos problemas. Esta análise, foi realizada através de informação contida no *software* SAP, relativa ao controlo de rotina diário de vários TCF (único ponto de amostragem diário na secção da Filtração).

6.5.2.1. Evolução do FTR Micro BBT ao longo dos anos

Numa primeira etapa, o foco de estudo consistiu na análise das medições e não conformidades (resultados fora de especificação) a nível microbiológico e o respetivo FTR dos quatro anos anteriores a 2013 (**Tabela 6.2**). O ano de 2013 não foi considerado tendo em conta que a equipa se iniciou no terceiro trimestre, não havendo possibilidade de fazer a análise e amostragem referentes ao ano inteiro.

Tabela 6.2 Resultados microbiológicos alusivos à Filtração e respetivo FTR Micro nos 4 anos anteriores a 2013.

Ano	Parâmetro	Amostragem / Microrganismos		
		Aeróbios	Anaeróbios	
			Bactérias lácticas	*Pectinatus* spp. ou *Megasphaera* spp.
2012	Medições	1221	1220	1185
	Não Conformidades	117	95	0
	FTR Micro	90,4%	92,2%	100,0%
2011	Medições	1267	1269	1192
	Não Conformidades	85	95	0
	FTR Micro	93,3%	92,5%	100,0%
2010	Medições	1334	1333	1245
	Não Conformidades	122	43	0
	FTR Micro	90,9%	96,8%	100,0%
2009	Medições	1471	1451	360
	Não Conformidades	240	58	0
	FTR Micro	83,7%	96,0%	100,0%

Pela análise da **Tabela 6.2**, é possível constatar que na seção da Filtração, os pontos mais sensíveis dizem respeito à contaminação por microrganismos aeróbios e bactérias lácticas sendo este o ponto prioritário de ação. Tendo em conta que os microrganismos do tipo encontrado em TCF são característicos de uma contaminação primária, ou seja, agentes existentes na área cuja introdução não foi intencional, as causas-mãe que justificam estes resultados relacionam-se com princípios de higienização ou filtração ineficaz.

Em relação aos microrganismos anaeróbios estritos como *Pectinatus* spp. ou *Megasphaera* spp., nestes quatro anos, nenhum caso de contaminação foi detetado, não sendo então considerado no tratamento de resultados seguinte. A presença de microrganismos anaeróbios estritos não se verifica devido à ínfima probabilidade de contaminação secundária, e a consequente produção de biofilmes. Apesar da seção de Filtração constituir um ambiente húmido ideal para formação destas comunidades biológicas, a sua produção é limitada pois, tendo em conta que o circuito é fechado, existe uma barreira entre a cerveja e o ambiente externo. Deste modo, e auxiliando as ações de higienização regulares aos tanques, tubagens e equipamentos, nunca ocorre adesão às superfícies, dispersão ou formação das matrizes bacterianas características, salvo casos de deterioração dos equipamentos.

6.5.2.2. Variação do FTR Micro BBT consoante o tipo de cerveja

Após verificação dos casos de contaminação mais predominantes, microrganismos aeróbios e bactérias lácticas, realizou-se o estudo da influência do tipo de cerveja na contaminação microbiológica no ano de 2013 (1 de Janeiro a 3 de Outubro, cuja dimensão amostral é superior a 5) (**Figura 6.9, Tabela 6.3**). A fundamentação desta análise, reside no facto de que o tipo de cerveja pode influenciar o comportamento microbiano, fornecendo dados de análise que justifiquem o seguimento de um determinado tipo de cerveja.

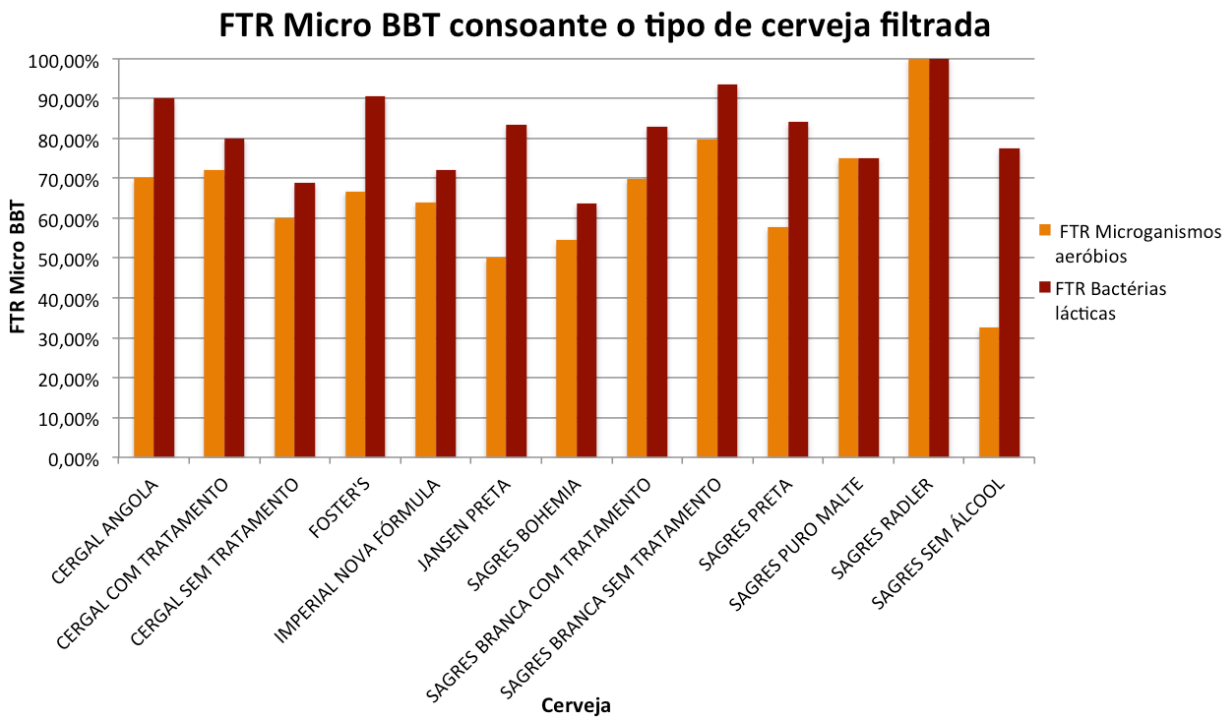


Figura 6.9 Influência do tipo de cerveja na contaminação microbiana em TCF (FTR Micro BBT). A laranja encontra-se representada a contaminação por microrganismos aeróbios e a vermelho, por bactérias lácticas desde o dia 1 de Janeiro de 2013 até 3 de Outubro do mesmo ano.

Tabela 6.3 Tipo de cerveja e quantidade de amostras efetuadas de 1 de Janeiro a 3 de Outubro de 2013.

Tipo de Cerveja	CERGAL ANGOLA	CERGAL COM TRATAMENTO	CERGAL SEM TRATAMENTO	FOSTER'S	IMPERIAL NOVA FÓRMULA	JANSEN PRETA
Dimensão Amostral	10	25	35	21	50	6
Tipo de Cerveja	SAGRES BRANCA COM TRATAMENTO	SAGRES BRANCA SEM TRATAMENTO	SAGRES PRETA	SAGRES PURO MALTE	SAGRES RADLER	SAGRES SEM ÁLCOOL
Dimensão Amostral	96	467	45	4	53	40

Efetivamente, concluí-se que o tipo de cerveja produzida revela padrões microbiológicos diferentes. As principais conclusões que se podem obter desta análise são a elevada susceptibilidade a microrganismos aeróbios da cerveja *Sagres Sem Álcool* em relação às restantes cervejas (um FTR de 30% em relação a uma média de FTR de 68,3% nas restantes cervejas) e o excelente desempenho da cerveja *Sagres Radler*.

Estes resultados corroboram as expectativas no sentido em que a cerveja sem álcool como explicado anteriormente, corresponde a uma cerveja mais suscetível à contaminação microbiológica devido ao inexistente teor alcoólico.

Já a *Radler*, apesar de possuir um teor alcoólico relativamente reduzido, revela um FTR de 100%. Este facto pode traduzir-se na singularidade da sua receita, a adição de *compound* após a filtração e o pré-armazenamento em tanques, poderá promover a ausência de contaminação. A cerveja contida em TCF é uma cerveja que, em condições ideais de processamento, não entra em contacto com o oxigénio. Como tal, é de esperar que ao final de algum tempo em armazenamento, a população microbiológica decresça em termos de microrganismos aeróbios. Assim, tendo em conta que a *Radler* é produzida a partir de uma cerveja base armazenada em TCF, é possível que a carga microbiológica aeróbia seja bastante reduzida aquando a sua produção. Além disso, com a adição de *compound*, verifica-se um abaixamento de pH da cerveja, característica que é desfavorável ao crescimento microbiológico. Por último, e possivelmente a hipótese com mais impacto, remete à prática laboratorial. Visto que a cerveja *Sagres Radler* é uma cerveja com uma maior viscosidade, não é possível ser submetida à técnica de filtração por membrana de igual forma que as restantes cervejas da marca. Deste modo, a técnica de análise microbiológica até à data de avaliação destes resultados era através de incorporação de 1 mL de amostra no meio diferencial, valor significativamente diferente comparando com as amostras das restantes cervejas que são submetidas à filtração (100 mL).

6.5.2.3. Variação do FTR Micro BBT consoante o Tanque de Cerveja Filtrada

Posteriormente, e de modo a averiguar quais os tanques mais problemáticos em termos de contaminação, efetuou-se uma análise estatística do FTR relativos a cada TCF no mesmo período de tempo (**Figura 6.10, Tabela 6.4**).

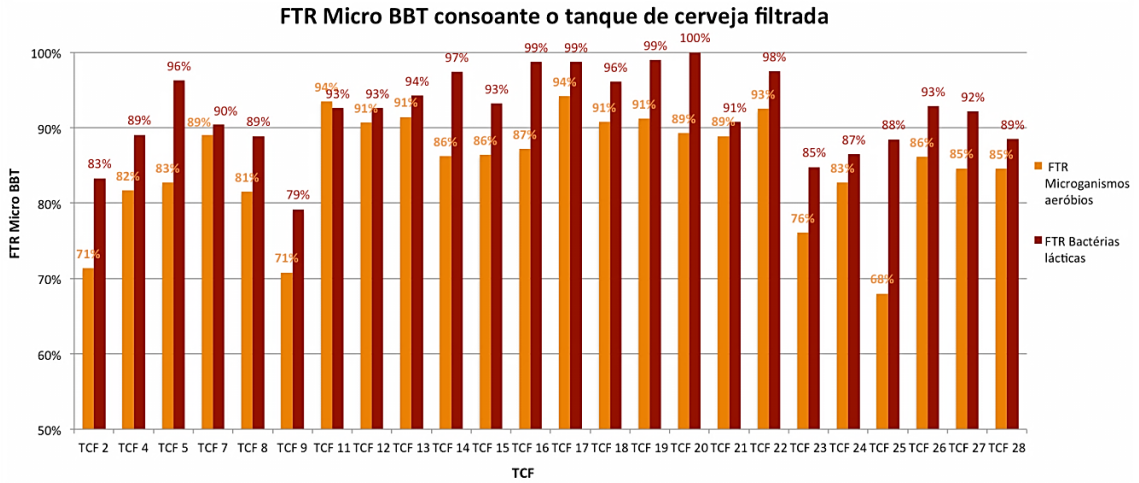


Figura 6.10 Influência do tipo de Tanque na contaminação microbiana em TCF (FTR Micro BBT). A laranja encontra-se representada a contaminação por microrganismos aeróbios e a vermelho, por bactérias lácticas desde o dia 1 de Janeiro de 2013 até 3 de Outubro do mesmo ano.

Tabela 6.4 TCF e quantidade de amostras efetuadas de 1 de Janeiro a 3 de Outubro de 2013.

TCF	Dimensão Amostral	TCF	Dimensão Amostral	TCF	Dimensão Amostral
TCF 2	21	TCF 13	37	TCF 21	28
TCF 4	27	TCF 14	60	TCF 22	21
TCF 5	29	TCF 15	46	TCF 23	25
TCF 7	36	TCF 16	41	TCF 24	26
TCF 8	29	TCF 17	83	TCF 25	25
TCF 9	13	TCF 18	42	TCF 26	19
TCF 11	56	TCF 19	54	TCF 27	27
TCF 12	64	TCF 20	29	TCF 28	25

A partir deste tratamento de dados, foi possível discriminar os tanques que são mais propícios à contaminação microbiológica. Curiosamente, nesta avaliação os TCF que se verificaram com pior desempenho foram os TCF 2, 4, 23 e 25 (39 hL) e o TCF 9 (15 hL), ao passo que os tanques maiores 120 hL (TCF 11 a 22) revelaram um desempenho significativamente melhor. Os tanques pequenos, são maioritariamente, cheios com cerveja especial (cervejas de produção mais reduzida) a frequência de enchimento é reduzida e consequentemente a amostragem menor. Devido a estes resultados, estes cinco tanques, foram avaliados em termos dos tipos de cerveja que armazenaram, de modo a averiguar se existe alguma correlação com as cervejas com pior FTR (**Figura 6.11**).

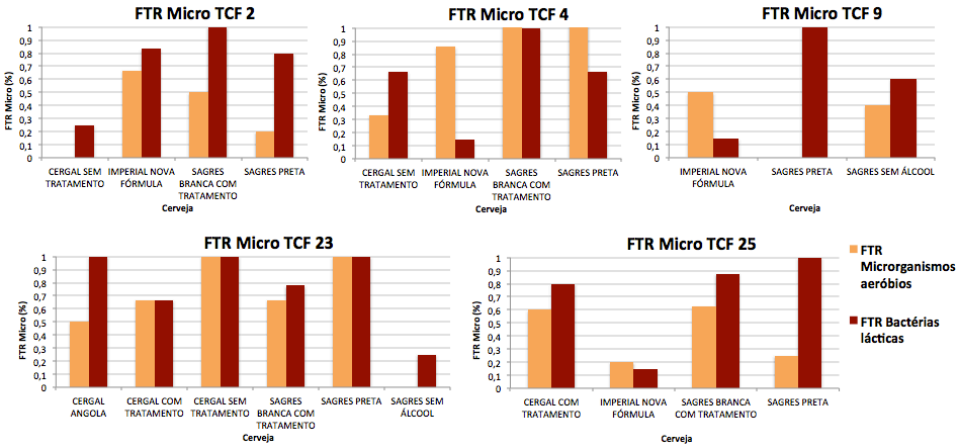


Figura 6.11 Influência do tipo de cerveja na contaminação microbiana nos TCF com pior desempenho microbiológico. A laranja encontra-se representada a contaminação por microrganismos aeróbios e a vermelho, por bactérias lácticas desde o dia 1 de Janeiro de 2013 até 3 de Outubro do mesmo ano, em amostragens de cerveja de dimensão superior a 2.

O estudo estatístico do tipo de cerveja nos tanques mais contaminados não revelou qualquer tipo de padrão significativo, no entanto, este tratamento estatístico compreende um número amostral relativamente reduzido, o que pode comprometer a veracidade dos resultados.

6.5.2.4. Influência da CIP no FTR Micro dos Tanques de Cerveja Filtrada

Para além do tipo de cerveja e do tanque em que a cerveja foi armazenada, um outro fator importante que pode interferir nos resultados encontra-se relacionado com as higienizações. Assim sendo, procedeu-se ao estudo da frequência das CIPs realizadas no mesmo período de tempo (**Figura 6.12**).

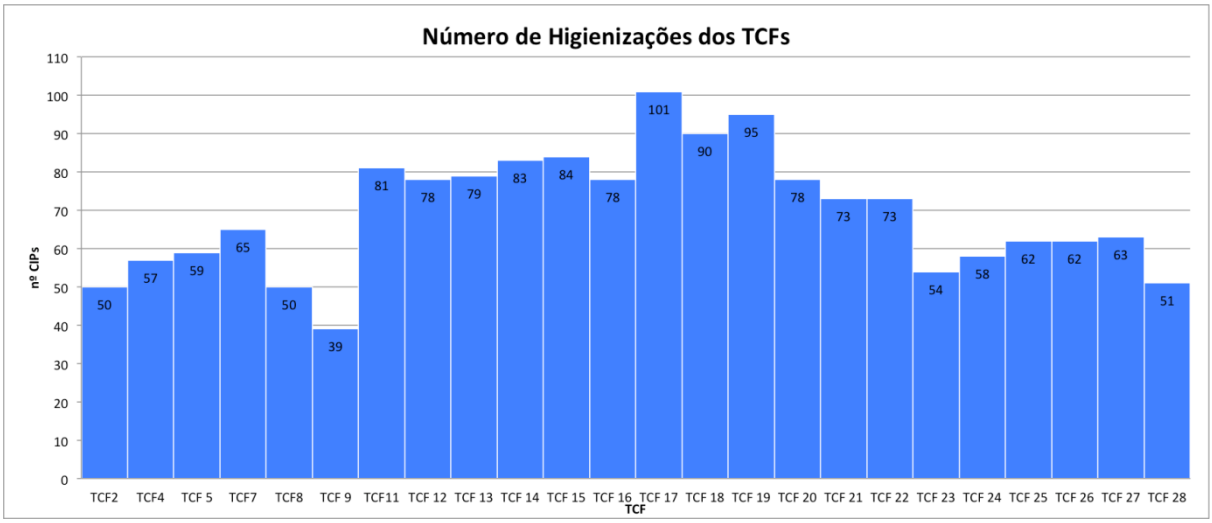


Figura 6.12 Número de higienizações dos TCFs de 1 de Janeiro de 2013 até 3 de Outubro do mesmo ano.

Pela análise da **Figura 6.12**, podemos constatar que efetivamente o tanque que foi menos higienizado, o TCF 9, com apenas 39 lavagens, foi aquele em que se verificou um pior desempenho microbiológico. Pela análise da figura é possível constatar que os tanques mais pequenos foram aqueles com menor número de higienizações, revelando um impacto significativo.

Ainda neste âmbito, foi verificado, para cada tanque, a influência da frequência da CIP na contaminação microbiológica. Para este estudo foram efetuados diversos gráficos, agrupados em relação a cada um dos 25 tanques, onde se cruzaram as datas das higienizações com as datas das contaminações. Devido ao elevado número de gráficos cuja interpretação é similar, apenas são detalhados os gráficos dos tanques alusivos ao menor e maior número de higienizações, TCF 9 e TCF 17, respetivamente (**Figura 6.13**).

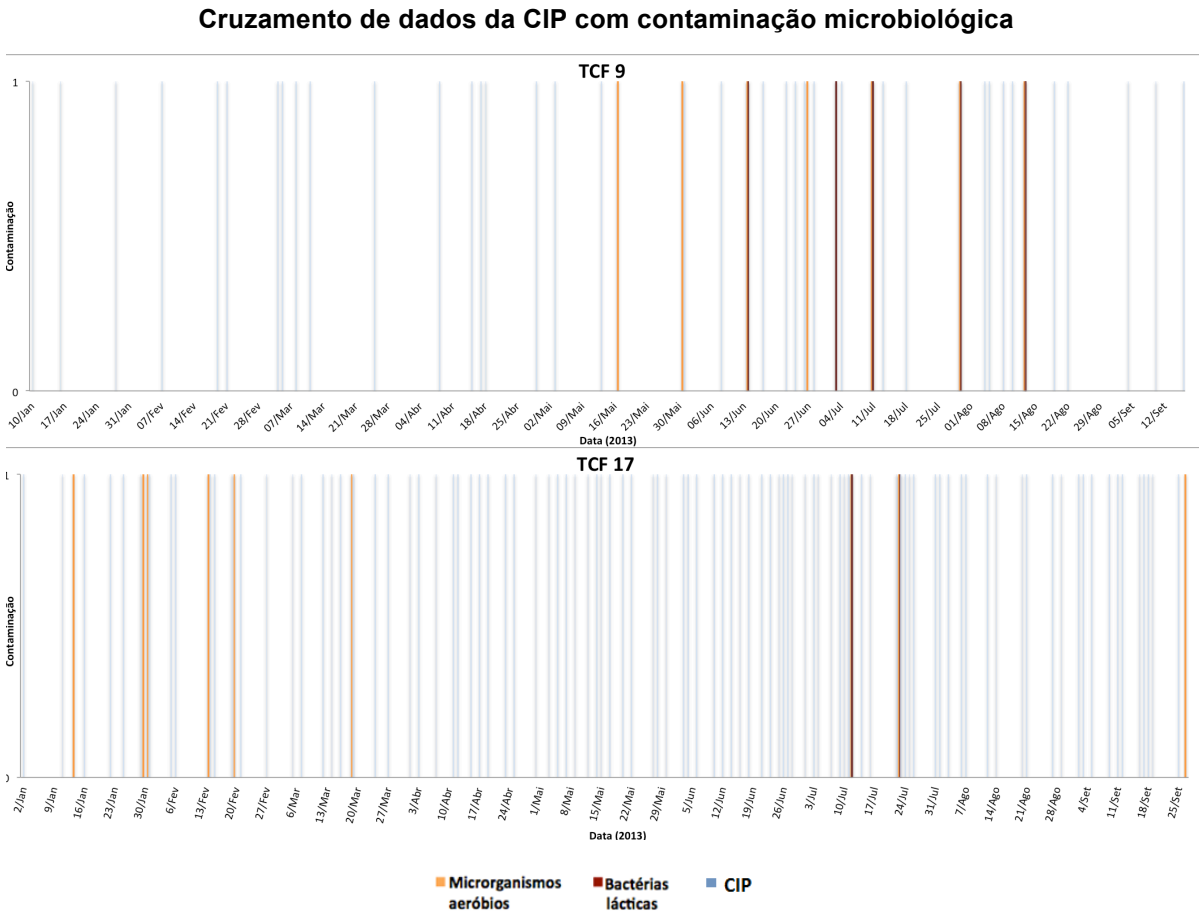


Figura 6.13 Cruzamento de dados das CIPs com contaminações microbiológicas. Análise efetuada de Janeiro a Setembro de 2013.

Desta análise podemos averiguar que os intervalos entre higienizações não têm um impacto tão significativo quanto o esperado, na medida em que maiores intervalos de tempo de higienizações (como é o caso do TCF 9, entre os dias 12 e 26 de Março) não revelam contaminação, ao passo que em intervalos mais curtos este fenómeno já se verifica (TCF 9, contaminação aeróbia a 27 de Junho). Efetivamente um TCF, seja de grandes dimensões ou pequenas, é um equipamento íntegro, fechado, não exposto à luz ou a qualquer tipo de contaminação externa graças à barreira física de grande eficiência que possui em relação ao ambiente externo, fazendo com que o efeito de higienização da CIP consiga permanecer por alguns dias nas mesmas condições em que no dia em que foi realizada.

O que podemos verificar, de facto é que sempre que foi realizada uma CIP, a contaminação microbiológica desaparece, provando que o programa de higienização é eficaz para os Tanques de Cerveja Filtrada.

De modo a confirmar o impacto da frequência da CIP num determinado tanque, foi efetuado um estudo mensal, num período mais alargado de tempo de Janeiro de 2013 a Março de 2014. Mais uma

vez, e devido à imensidão de resultados apenas serão apresentados nesta seção (**Figura 6.14**), os TCFs 9 e 17.

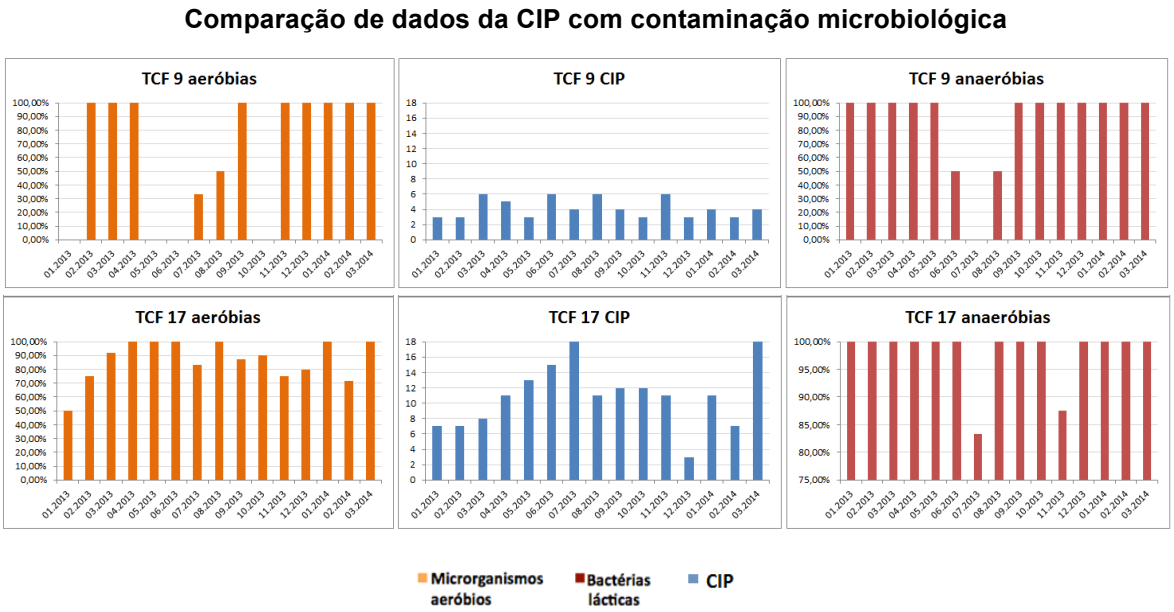


Figura 6.14 Comparação de dados da CIP com contaminação microbiológica. Análise efetuada de Janeiro de 2013 a Março de 2014.

Pela análise da **Figura 6.14**, podemos aferir que efetivamente o número de CIPs tem impacto na contaminação, através da comparação dos gráficos dos TCF 9 e 17. No entanto, em relação ao mesmo tanque, não existe correlação direta no sentido em que em todos os meses se verificou higienização e, apesar disso, em alguns meses o FTR Micro obteve um desempenho inferior (destacando-se, neste caso, o mês de Julho de 2013, no TCF9). Tal fenómeno pode ser derivado de uma reduzida amostragem nesse mês, visto que a recolha de amostras não é efetuada a todos os tanques que enchem. Assim, essa amostragem pode não ser significativa do desempenho microbiológico mensal do tanque.

6.5.2.5. Influência da contaminação na fermentação e nos resultados da FTR Micro BBT.

A Fermentação é o passo que precede a Filtração de cerveja. A Filtração tem como um dos objetivos principais, a remoção da carga microbiana da cerveja que vem da guarda. Deste modo, caso a cerveja em guarda possua uma elevada população de microrganismos, pode comprometer o processo de filtração. Nesse sentido, foi efetuado um estudo em paralelo, dos resultados mensais FTR Micro Fermentação e FTR Micro BBT, de 1 de Janeiro a 30 de Setembro de 2013 (**Figura 6.15**).

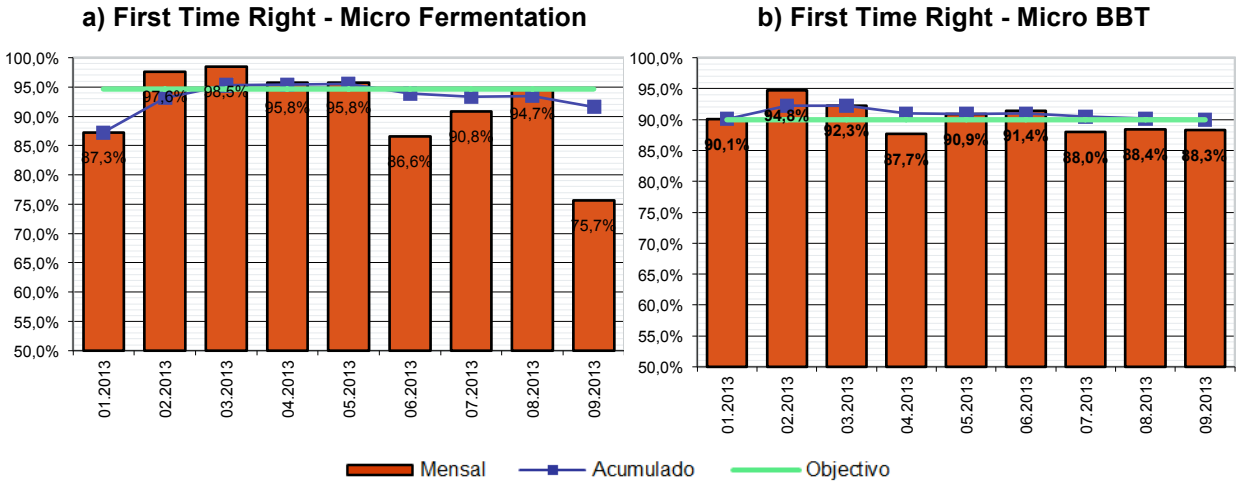


Figura 6.15 Evolução mensal dos indicadores FTR Micro Fermentação (a) e FTR Micro BBT (b) de 1 de Janeiro de 2013 a 30 de Setembro do mesmo ano.

Através da observação detalhada da **Figura 6.15** foi possível argumentar que os resultados FTR Micro quer da Fermentação quer dos TCFs se encontram relacionados de certa forma: os meses de melhor desempenho microbiológico da fermentação (Fevereiro e Março), com FTR Micro de 97,6% e 98,5% foram também os de melhor desempenho nos TCFs (94,8% e 92,3%); nos meses em que o FTR Micro Fermentação não atingiu o objetivo proposto, o FTR Micro BBT também não foi alcançado (salvo as exceções dos meses de Abril e Junho).

No entanto, são verificadas, também, algumas discrepâncias, nomeadamente, a pior prestação microbiológica da fermentação no mês de Setembro (75,7%) comparativamente ao mês anterior (94,7%) e a similaridade de valores do FTR Micro BBT nos mesmos meses (88,3% e 88,4%, respetivamente). Estes resultados demonstram que apesar de por vezes, haver uma grande disparidade de valores na fermentação, o processo de filtração acaba por ser eficiente, no sentido em que se verifica redução de contaminação atingindo-se em todos os meses avaliados neste estudo, valores de FTR Micro BBT superiores a 80%. Porém, é necessário ter em atenção que não são apenas duas variáveis dependentes uma da outra, mas também que existe todo um conjunto de intervenientes que podem influenciar o desempenho microbiológico da etapa da Filtração à cerveja armazenada em TCF.

6.5.3. Matriz QA preliminar

Como referido no **CAPÍTULO 2**, as Matrizes de Qualidade fazem parte do conjunto de ferramentas que compõe o TPM e auxiliam a identificação dos pontos prioritários de ação em cada fase do processo que facilitará a determinação das causas raiz dos defeitos. A construção da Matriz QA preliminar, teve como base uma Matriz de uma outra equipa de melhoria da área. A partir desta, foi possível identificar o tanque de cerveja recuperada como uma prioridade e construir a Matriz QA definitiva descrita no ponto **6.7.3 Matriz QA definitiva**.

6.5.4. Sistema de Recolha de dados

A recolha de dados foi efetuada como descrito no referido no **Capítulo V**, onde através de diferentes boletins foram preenchidos os resultados diários (aos TCFs e água desarejada) e o registo extra-rotina (CO_2).

O boletim de controlo diário, comporta várias seções, nomeadamente a filtração, onde cada é baseada em tabelas. No caso da Filtração, é equacionado o tipo de cerveja filtrada na saída do filtro ou TCF, hora, nº filtro, nº SAP para ser fácil o rastreamento da amostra. Após obtenção de resultados relativos a cada amostra, são registadas as bactérias lácticas (cocos ou bacilos), leveduras de cultura, bactérias aeróbias, enterobactérias e espécies de *Pectinatus* ou *Megasphaera*. Neste boletim é registado quem recolheu a amostra, efetuou a sementeira e quem analisou os resultados.

O boletim extra rotina, devido ao facto de os resultados não serem registados em SAP e serem alusivos a uma grande variedade de amostras, permite o registo do ponto de amostragem, data e hora da recolha, identificação da amostra, contagem de microrganismos aeróbios totais (bactérias, leveduras e bolores), bactérias lácticas (cocos ou bacilos), enterobactérias, resultados do PCA e turvação no NBBC.

Devido à complexidade de amostras extra-rotina realizadas no âmbito da equipa (águas, soluções de CIP, tanque de cerveja recuperada, etc.) foi criado um boletim mais específico para a amostragem efetuada (**Figura 6.16**).

Análises Microbiológicas: Equipa Melhoria Filtração

Data	Identificação da Amostra	Contagem Total Aerobios (WLN)						Bactérias Aeróbias (WLD)			Bact. Lácticas (RR)		Levedura Selvagem (YMCA)		Enterobact. Mackonke	Turvação NBBC
		Bactérias		Leveduras		Bolores										
		1mL	100 mL	1mL	100 mL	1mL	100 mL	1mL	100 mL	Outros	1mL	100 mL	1mL	100 mL	100 mL	

Figura 6.16 Boletim de registo de resultados da Equipa FTR Micro Filtração.

6.6. PASSO 2: REPOR CONDIÇÕES BÁSICAS NAS ÁREAS CRÍTICAS E ESTABELECER NORMAS

O passo número 2 da Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos, consiste na identificação e restituição de situações fora de conformidade com a especificação para condições normais de funcionamento. É um passo essencial na medida em que a reposição das condições básicas, pode influenciar diretamente os resultados microbiológicos. Deste modo, as atividades relativas a este passo foram a identificação de áreas críticas, ações de limpeza, criação de etiquetas, avaliação da área segundo a *Check list* da *Heineken.*

6.6.1. Identificar as áreas críticas

O critério de identificação de áreas críticas foi baseado no cumprimento de princípios sanitários, onde os desenhos dos equipamentos e circuitos e métodos de atuação devem permitir uma boa manutenção, higienização cuja estrutura não pode ser introdutória de contaminação. Deste modo, após um estudo aprofundado da área, foram identificadas algumas áreas críticas: tubagem de água bruta (coletor enchimento); tanque de kieselguhr; circuito do metabissulfito; sistema de suporte de peças e circuito de recuperação de cerveja.

No coletor do enchimento, foram identificadas duas áreas críticas na tubagem de água bruta, um troço morto de cerca de 1 metro de comprimento onde finaliza a tubagem e dois troços mortos de envio de água para as linhas de enchimento 2 e 3 (**Figura 6.17**).

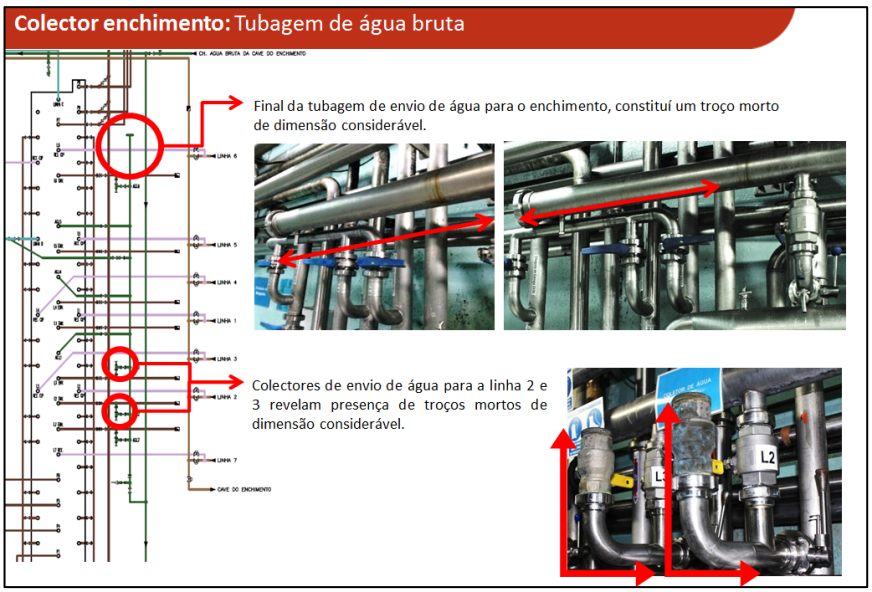


Figura 6.17 Área crítica identificada: tubagem de água bruta do coletor do enchimento.

Relativamente à sala dos filtros, foram identificados dois pontos: as tampas do tanque de kieselguhr (**Figura 6.18**) e o circuito de metabissulfito. Relativamente às tampas do tanque kieselguhr estas podem ser fonte de contaminação se permanecerem abertas algum tempo, devido ao facto do ar ambiente entrar em contacto com a caldeirada (água desarejada e pó kieselguhr) e esta ser incorporada na cerveja. No caso do circuito de metabissulfito, não existe possibilidade de higienização da tubagem entre o tanque e as bombas de envio para as linhas de cerveja.

Figura 6.18 Áreas críticas identificadas na sala dos filtros. À esquerda, os tanques de kieselguhr e à direita o circuito de metabissulfito.

Na Adega Grande, existe um tanque designado por piscina, onde se colocam as peças auxiliares à filtração (curvas, mangueiras, tampões, etc.) quando não são necessárias ao processo de filtração (**Figura 6.19**). No entanto, a piscina da filtração apenas contem água, ao passo que deveria ter como solução um produto desinfetante para garantir que as peças a utilizar numa fase posterior se encontram higienizadas. Amostragem realizada nesta solução revela população incontável de bactérias e leveduras.

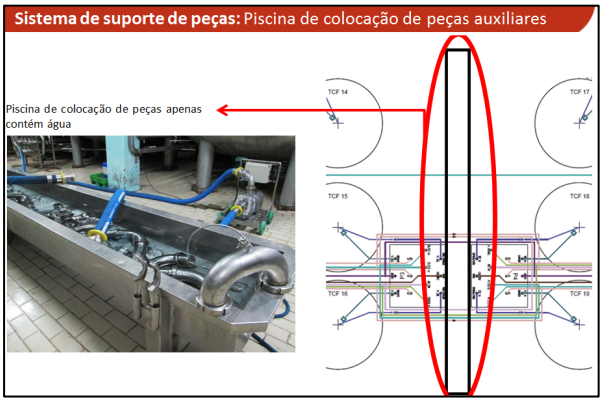


Figura 6.19 Área crítica identificada: sistema de suporte de peças.

As restantes áreas críticas dizem respeito ao sistema de recuperação de cerveja, tendo sido identificados vários pontos prioritários de ação. Relativamente ao sistema de recuperação, quando se inicia o arranque de um filtro, a cerveja ainda se encontra bastante diluída e até ter o valor de extrato pretendido é encaminhada para o TCF 6, através da abertura de válvulas automáticas. Estas válvulas fecham quando o valor de extrato é atingido, circulando a cerveja para o respetivo tanque. Porém, aquando o fecho das válvulas fica a cerveja retida no espaço entre as mesmas até ao próximo arranque ou final de ciclo de filtração, onde se verifica a mesma situação. Só ao final da semana é que se verifica a higienização deste circuito. Em relação a esta higienização, existe também uma outra agravante, no sentido em que a posição da válvula da linha de filtração 1 acaba por constituir um troço morto. Relativo ainda ao circuito de recuperação existe uma tubagem que nunca é higienizada (**Figura 6.20**).

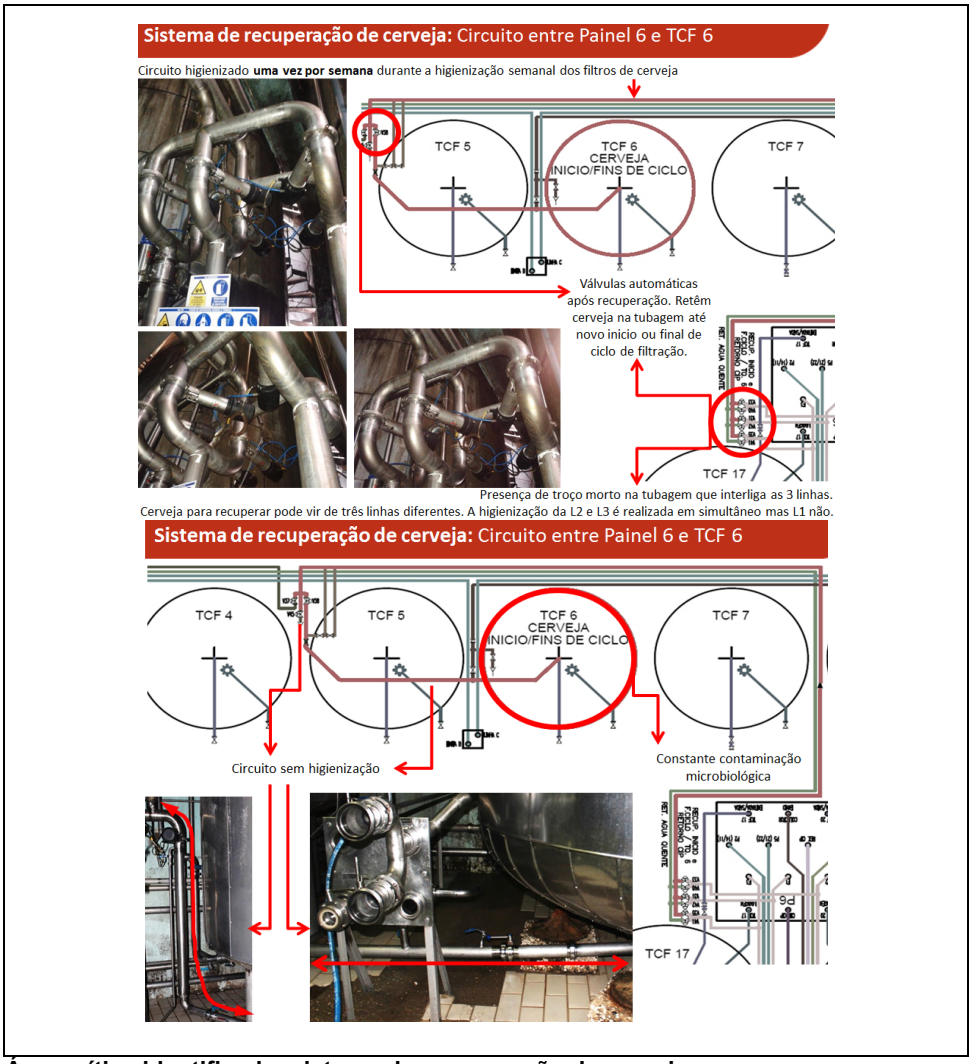


Figura 6.20 Área crítica identificada: sistema de recuperação de cerveja.

Em relação ao circuito de cerveja recuperada, existe uma tubagem que recupera a cerveja da Adega Nova que nunca é higienizada. Além disso, por vezes verifica-se a válvula aberta nas manobras de recuperação de cerveja, dando passagem a cerveja que fica acumulada neste circuíto (**Figura 6.21**).

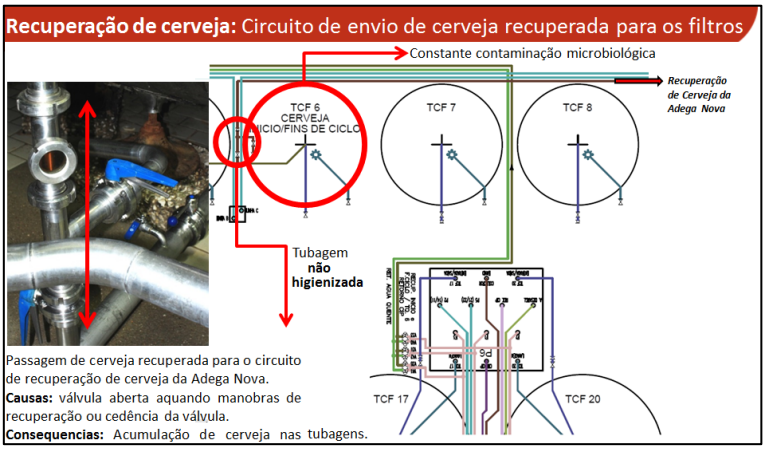


Figura 6.21 Área crítica identificada: recuperação de cerveja da Adega Nova.

Em relação ao envio de cerveja recuperada para os filtros, destacam-se duas áreas: a tubagem de envio para a cave (onde é bombeada posteriormente para o respetivo filtro) e a tubagem do manifold imediatamente antes da sua incorporação na cerveja (**Figura 6.22**). No primeiro caso, o problema destaca-se por uma frequencia de higienização diminuta (uma vez por semana). No segundo caso, ocorre o mesmo problema (a tubagem é a mesma) e a cerveja recuperada circula por um percurso diferente da CIP, originando um troço morto.

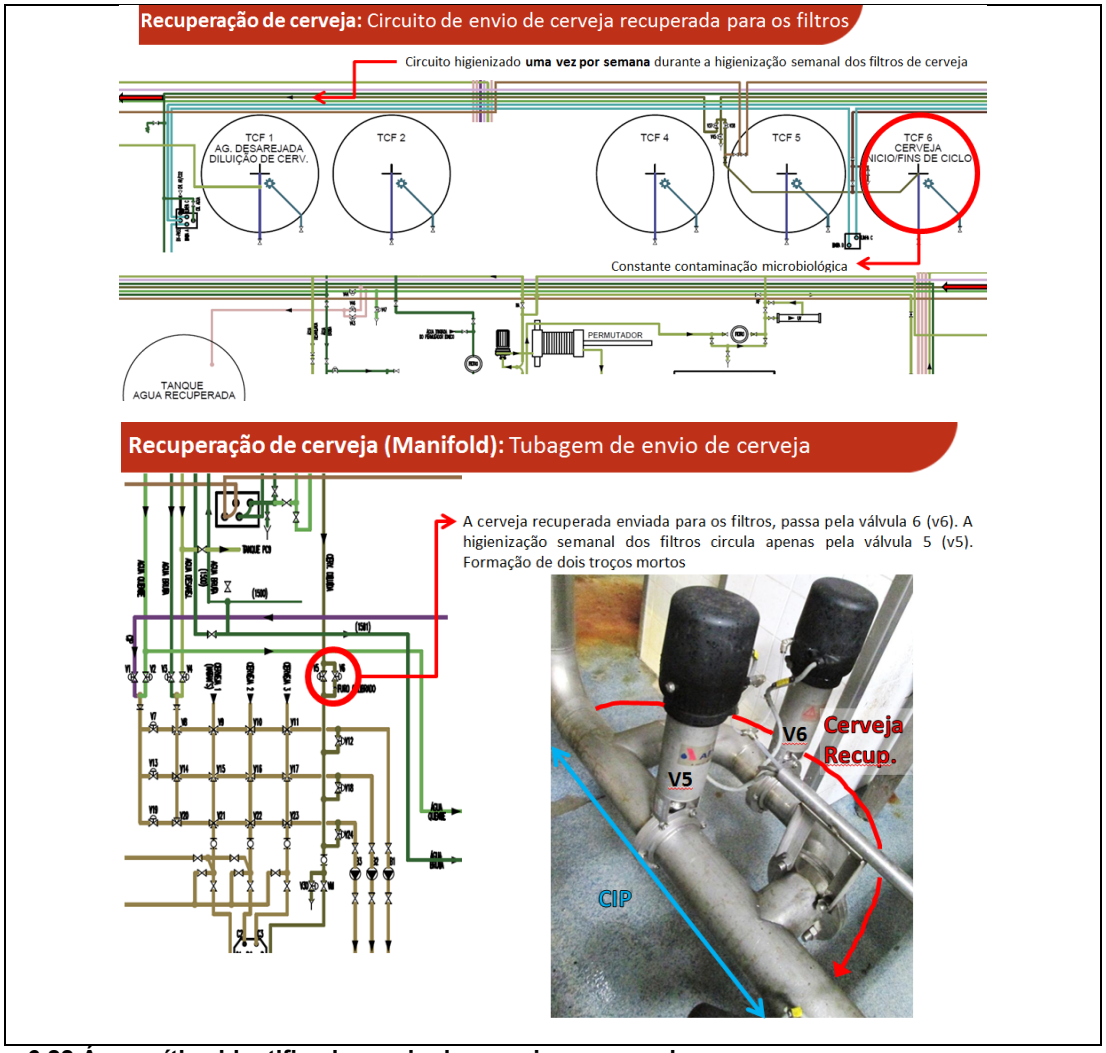


Figura 6.22 Área crítica identificada: envio de cerveja recuperada.

6.6.2. Realizar a limpeza inicial e a etiquetagem

Este passo corresponde à razão principal pela qual o Passo 2, se estendeu um pouco mais do que o previsto em relação ao definido no *Master Plan*. As ações elaboradas no contexto desta seção, foram levadas a cabo não só por todos os colaboradores da Filtração, mas também pelos responsáveis pela manutenção.

6.6.2.1. Limpeza inicial

De uma forma sucinta, foram realizadas três ações no que diz respeito à Limpeza Inicial: limpeza da tubagem de água recuperada, higienização dos tanques com P3-ansep CIP (higienização alcalina) durante duas semanas e higienização do circuito de CO_2.

Em relação à tubagem de água recuperada, a limpeza foi levada a cabo quando se verificou, através da recolha de amostras biológicas uma população incontável de microrganismos. Aquando esta limpeza, levantaram-se algumas questões acerca da conceção da instalação, nomeadamente da presença de válvulas que não abrem. As imagens relativas a esta ação encontram-se evidenciadas na **Figura 6.23**.

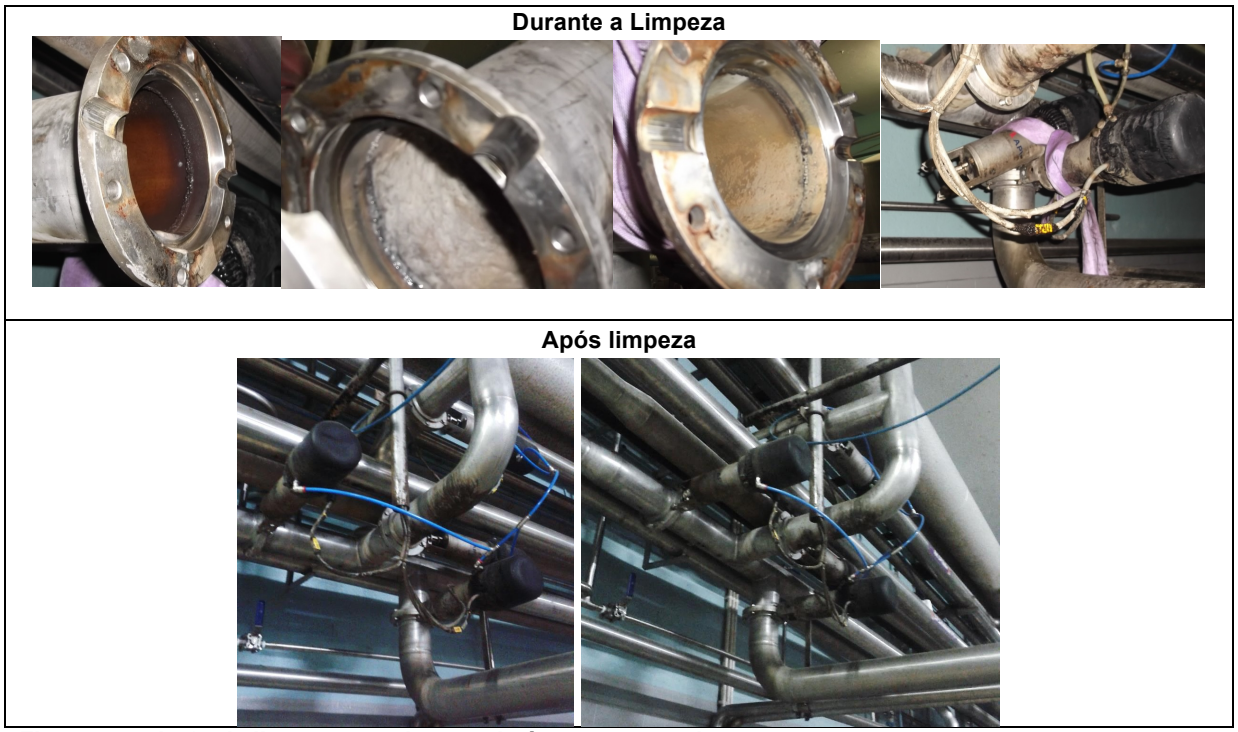


Figura 6.23 Ação de limpeza na tubagem de água recuperada.

Em relação à higienização alcalina dos TCFs por um período de 2 semanas (semanas 6 e 7), os resultados da ação não surtiram efeito no FTR Micro BBT, até se verificando um ligeiro decréscimo do mesmo devido ao possível desprendimento de possíveis biofilmes, no entanto, devido ao facto de que na microbiologia nada é linear, a interferência de outras variáveis pode-se ter verificado (grande número de amostragem à cerveja sem álcool, por exemplo).

O mesmo impacto se averiguou na ação de limpeza do circuito de CO_2, levado a cabo no final da semana 41. No entanto, amostras recolhidas do mesmo gás no mesmo ponto de amostragem antes da limpeza, revelaram resultados fora de especificação no que diz respeito a contaminação microbiológica, ao passo que, após a limpeza e nos 6 meses posteriores, as amostras deram resultados ótimos, sem contaminação.

6.6.2.2. Etiquetagem

De acordo com as normas do TPM as anomalias que podem comprometer o processo, devem ser registadas através da abertura de etiquetas. Assim, durante o funcionamento da equipa, foram abertas 136 etiquetas (sendo 19 alusivas à segurança) das quais 105 etiquetas fechadas (13 de segurança).

O desenvolvimento da dinâmica de etiquetas pode ser observado pela **Figura 6.24** que evidencia o número de etiquetas abertas e fechadas ao longo das semanas em que a equipa decorreu. A abertura de etiquetas permite o reporte de parâmetros anómalos, parâmetros estes que podem interferir na contaminação da cerveja. Assim a sua identificação permite a correção destes desvios à norma de forma a garantir a qualidade do processo. A consulta mais detalhada das etiquetas apresentadas pode ser realizada em **APÊNDICE III.**

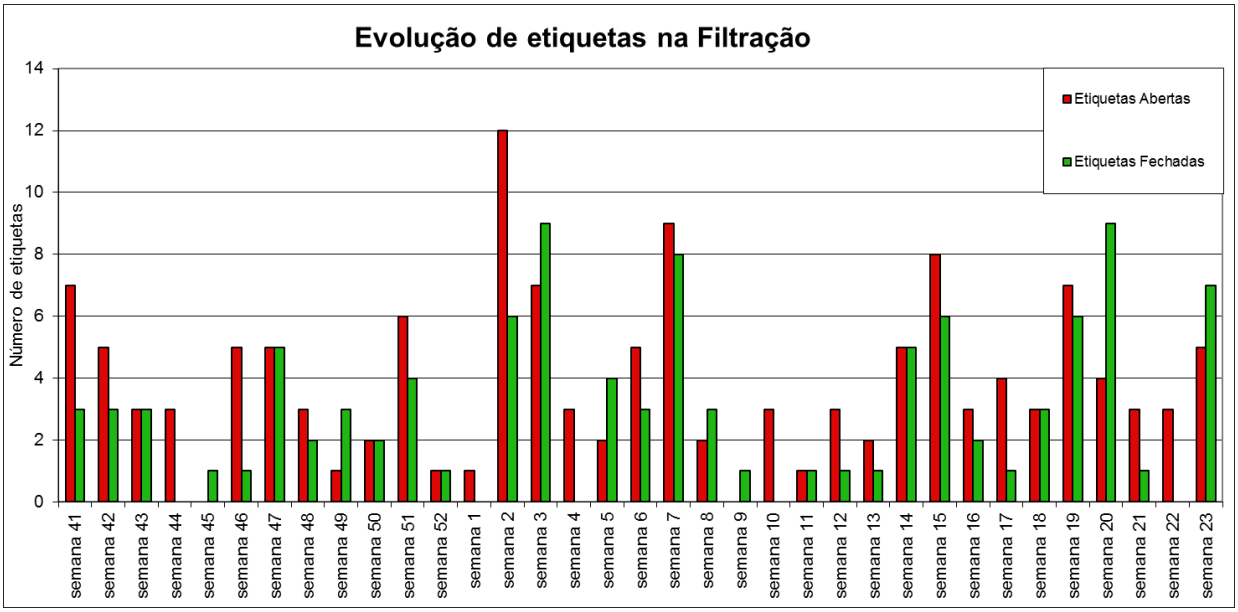


Figura 6.24 Representação gráfica da evolução da etiquetagem na Filtração durante o funcionamento da equipa (semana 41 de 2013 até à semana 23 de 2014).

6.6.3. Etiquetar anomalias *versus* desvios

As ações relacionadas com este passo, dizem respeito à avaliação através de uma *Check list Heineken* para os TCF. Esta *Check list* permite a relação das anomalias microbiológicas com anomalias nos equipamentos, instruções de trabalho, planos de limpeza, pré-requisitos, etc.

De uma maneira geral, a visualização garantiu a conformidade da maioria dos processos, com exceção do tempo de permanência de cerveja a recuperada (superior a dois dias); existência de troços mortos; amostragem microbiológica não regular aos tanques de CIP. A **Figura 6.25** representa, de forma simplificada a avaliação efetuada com base na *Check list Heineken*.

Heineken Supply Chain

Rules, Standards & Procedures
Quality Assurance Standard

Heineken Brewery – Sociedade Central de Cervejas			
Title: Microbiology audit – checklist: Filtração		Date: Dez 2013	Version: 1

Area: Filtração Shift/team: Equipa FTR Micro Filtração	Date of check:	Checked by:		Discussed with team leader/member	
		Name: Beatriz Teixeira	Initials: BT	Name:	Initials:

	Item to be checked	Visual standard check	Measured standard check	Procedure recorded	Comments
3.	**Filter and Bright beer Tanks**				
3.1	Surrounding area including floors, walls, ceiling and external pipework are clean	✓			De forma geral , OK
3.2	Empty dosing vessels (e.g. kieselguhr dosing tank) are visually clean and free from odours.	✓			OK
3.3	Filter aids and other additives are prepared and stored according to specification			✓	OK
3.4	Pumps are EHEDG and visually clean	✓			Algumas válvulas apresentam sujidade: circuito de água recuperada na salados filtros
3.5	Head and tails Tank are visually clean	✓	✓ Last rinse water		OK
3.6	Head and Tail tank rest beer is not reused after 3 days			✓	Não se verifica
3.7	CIP of filter and bright beer tanks is performed according to schedule.			✓	OK
3.8	No dead ends present on filter, blending or BBT equipment.	✓			Presença de troços mortos nas tubagens: de água bruta, de recuperação de cerveja, de CO_2, de metabissulfito
3.9	CO_2 lines connected to BBT are clean	✓			Verifica-se que depois da limpeza dos circuitos em 12/10/2013, a tubagem encontra-se limpa
3.10	BBTs are clean internally after visual inspection (providing safe to do so…. CO_2!)	✓			Não aplicável
9.	**CIP**				
9.1	Acid tank clean and free of soil	✓			OK
9.2	Acid tank part of micro control plan	✓			Análises feitas no âmbito da equipa mas não por rotina
9.3	Caustic tank clean and free of soil. Regularly purged	✓		✓	OK
9.4	Disinfection tank clean and free of soil	✓		✓	
9.5	All CIP tanks cleaned and inspected according to schedule				
9.6	All CIP tanks equipped with sprayball and circulation pipe	✓			
9.7	Water tanks clean and free of soil	✓		✓	
9.8	Thermometers and conductivity metres free from deposit and scale	✓			
9.9	Water tanks emptied according to schedule				
9.10	CIP and CIP return pumps in order	✓			
9.11	PHE for NaOH free of scale	✓			
10	**Laboratory (See also Labstar checklist)**				
10.1	Suitable location and design	✓			
10.2	Suitable, well maintained and calibrated equipment	✓		✓	
10.3	Personnel are well trained and aware. Training records are available				
10.4	Sample and control plan complies with standard			✓	
10.5	Samples are properly taken	✓		✓	
10.6	Samples are properly handled	✓			
10.7	Samples are properly labelled and recorded	✓		✓	
10.8	The analyses are correctly performed	✓		✓	
10.9	The correct controls are used	✓		✓	
10.10	Reagents and media are correctly prepared and stored	✓		✓	
10.11	There is a system in place for handling deviations from the norm			✓	
10.12	Laboratory participates in HMRA			✓	

Figura 6.25 ***Check list Heineken*** **avaliada no âmbito da Equipa FTR Micro BBT, em Dezembro de 2013.** A escala de cores aplicada, refere-se às verificações positivas (verde) até às exceções (vermelho).

6.7. PASSO 3: DESCOBRIR AS CAUSAS RAIZ PARA OS DEFEITOS RECORRENTES

O passo número 3 da Rota teve como objetivo a identificação e compreensão dos fenómenos causadores de defeitos com constante ocorrência.

6.7.1. Identificar fontes prováveis de contaminação

Este passo, baseado na Matriz QA preliminar, centrou-se principalmente no efeito da cerveja recuperada. Deste modo, ao longo da equipa foram realizadas diversas análises de forma a estudar o impacto microbiológico desta cerveja quando adicionada a uma cerveja padrão. A **Figura 6.26** evidencia o efeito provocado quando numa cerveja padrão (*Sagres Branca*) é adicionada a cerveja presente no TCF 6.

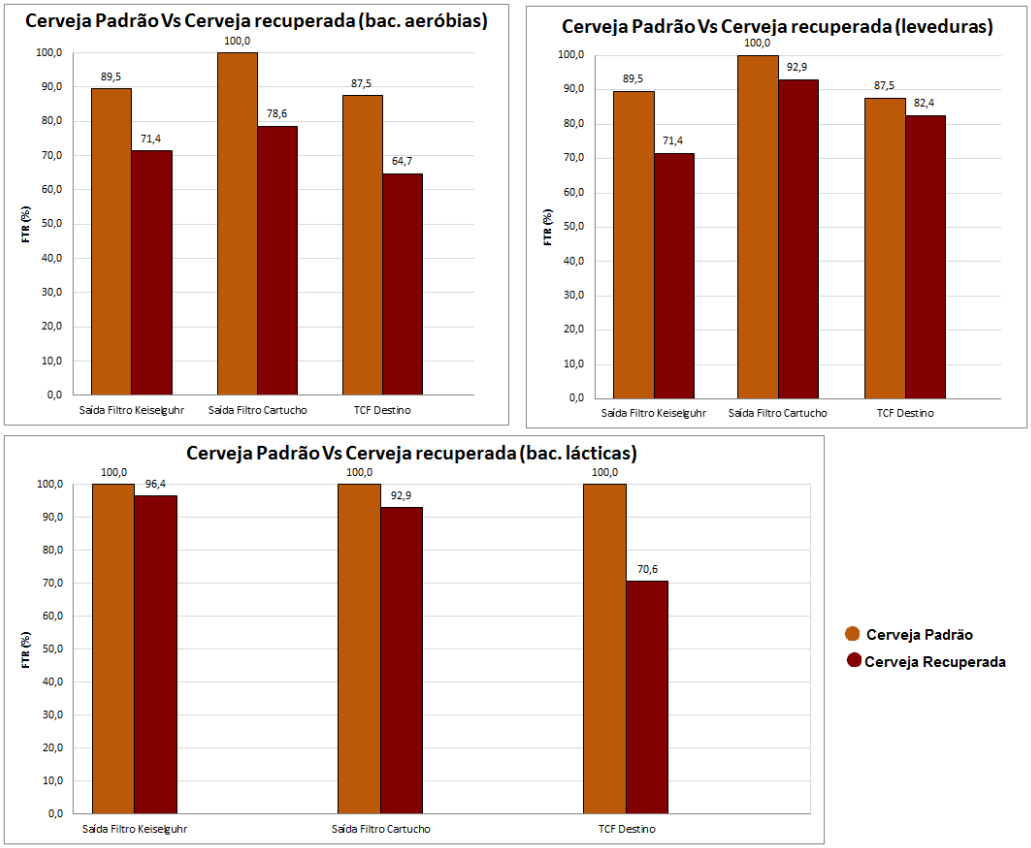


Figura 6.26 Impacto microbiológico da cerveja recuperada.

As amostras foram recolhidas em três locais diferentes, saída do filtro de kieselguhr, saída do filtro de cartuchos e no TCF destino. Estas amostras dizem respeito a Sagres Branca, antes e depois de sofrer incorporação com cerveja recuperada.

Através da análise da **Figura 6.26** verifica-se com bastante facilidade a influência da incorporação de cerveja recuperada, qualquer que seja o tipo de microrganismo. Assim, derivado do facto de que a cerveja recuperada promove uma ligeira diminuição do FTR Micro da cerveja, constitui uma fonte introdutória de contaminação, ou seja, um defeito recorrente.

Relativamente às restantes análises, foram efetuadas diversas: aos tanques com mais frequência de contaminação, água desarejada, soluções CIP, solução de kieselguhr água bruta. No primeiro caso, não foi identificada nenhuma causa recorrente e nos restantes casos, as várias amostragens não revelaram qualquer presença de contaminação com exceção da água bruta que será descrita no ponto **6.8.3 "Correlação de medidas com os resultados obtidos".**

6.7.2. Realizar análise "5 porquês"e construir diagrama causa efeito com base nos 5M atribuídos

A análise 5 Porquês incidiu sobre o problema de contaminação do tanque de cerveja recuperada. Para compreensão das possíveis causas de contaminação, foram efetuados diversos estudos no terreno de forma a analisar em detalhe os percursos de cerveja e CIP do processo. O acompanhamento dos circuitos de cerveja no terreno permitiu a elaboração de esboços para que de forma mais percetível se compreendesse o processo de recuperação na íntegra (**Figura 6.27**).

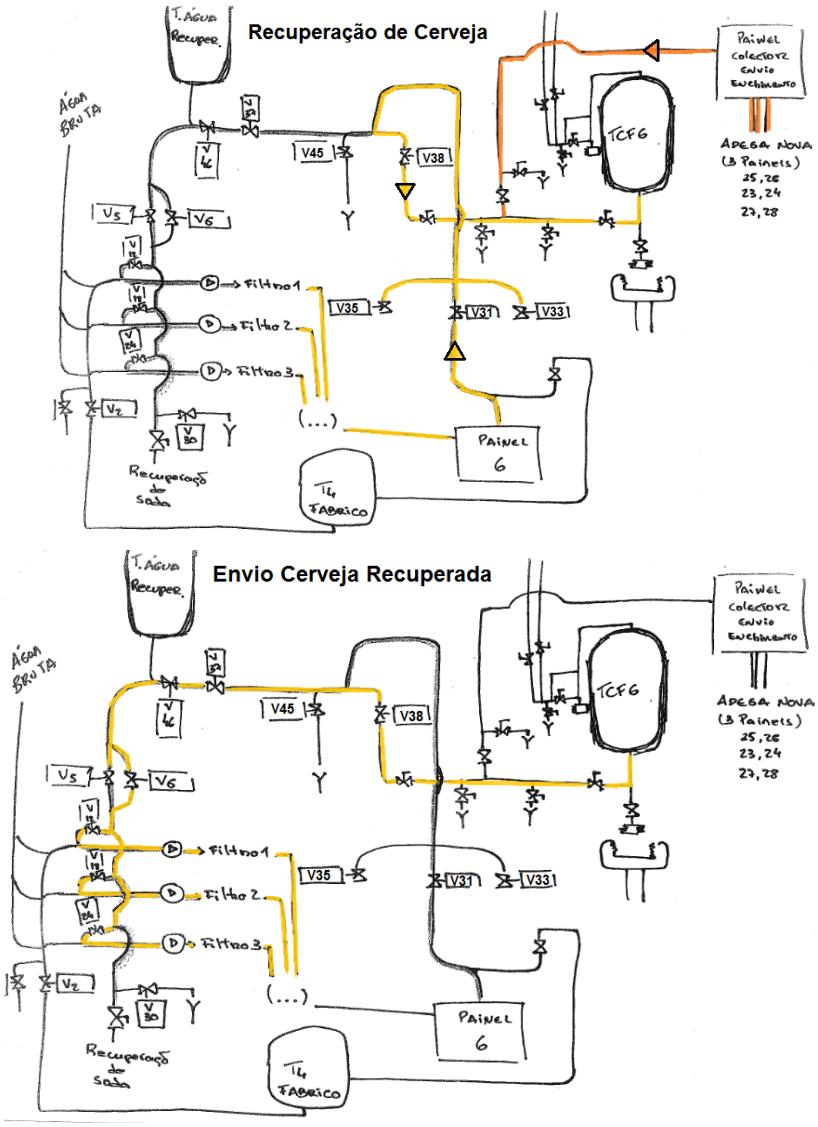


Figura 6.27 Esboço simplificado das tubagens salientando a amarelo os circuítos de recuperação e envio de cerveja para os filtros.

Resumindo a **Figura 6.27**, e como referido no ponto **6.6.1. Identificar as áreas críticas**, a recuperação de cerveja é realizada pelas linhas de cerveja provenientes dos filtros ou pelo circuito da Adega Nova, e o envio partilha parte do TCF 6 seguindo do mesmo caminho passando pela válvula automática nº 37 (V37), onde é encaminhada até às bombas de envio para os filtros.

O problema identificado nesta etapa corresponde ao fecho das válvulas automáticas após recuperação (quando no início de ciclo o extrato atinge o valor desejado e circula para o TCF previsto, ou quando no final de ciclo a cerveja já se encontra demasiado diluída) retendo a cerveja na tubagem durante várias horas.

No entanto, a cerveja recuperada não é o único produto que passa nestas tubagens, sendo necessário o estudo do arranque e finais de ciclo, evidenciado pela **Figura 6.28**.

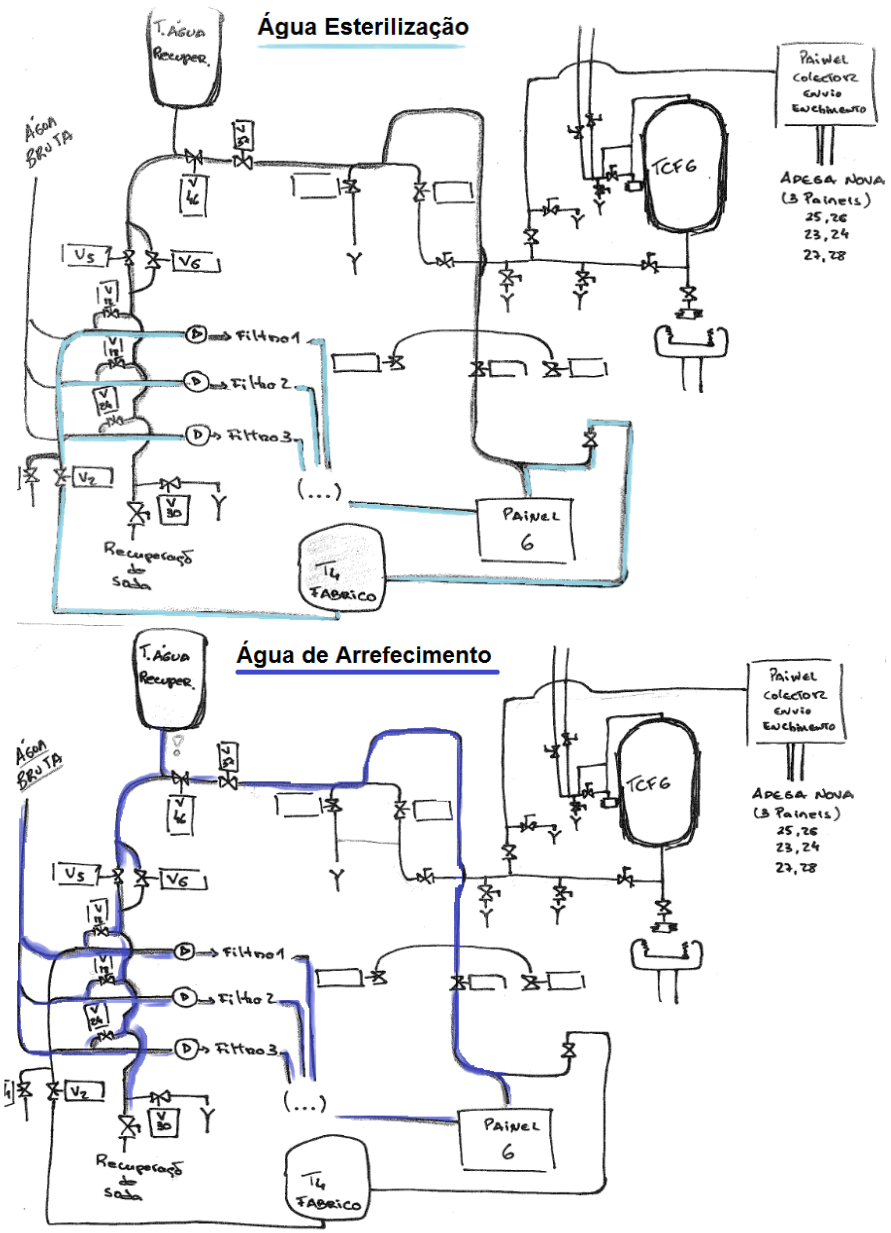


Figura 6.28 Esboço simplificado das tubagens salientando os circuitos de água quente (azul claro) e água fria (azul escuro).

Cada ciclo de filtração inicia-se com um processo de higienização, a esterilização. Este é um passo crucial, na medida em que, em teoria, garante a remoção de eventuais espumas agarradas às tubagens e é responsável pela esterilidade dos equipamentos devido ao uso de temperaturas elevadas. Curiosamente, através do estudo efetuado, verifica-se que a circulação da água de esterilização segue um percurso distinto da cerveja recuperada, atravessando a válvula automática correspondente (V40, V41, V42) consoante a linha de filtração (L2, L3, L1, respetivamente), seguindo um percurso até ao Tanque de Água quente (designado no desenho por T4 Fabrico, devido à sua localização na Brassagem), reingressando no circuito novamente na tubagem de envio aos filtros de cerveja. Em relação ao arrefecimento da tubagem (necessário para se receber a cerveja a temperatura adequada), este é efetuado com água bruta e já é feito pela tubagem da recuperação de cerveja, de modo a promover um circuito fechado até aos filtros de cerveja (visto que não é desejado a junção desta água com a de esterilização presente no T4 Fabrico),

havendo recuperação posterior para o tanque de água recuperada. Na realização da pré-camada (com água desarejada) o circuito é idêntico ao da água de arrefecimento.

Identifica-se, portanto um defeito severo, no sentido em que existe um percurso no circuito de recuperação de cerveja que não é higienizado nenhuma vez durante a semana.

Partiu-se então do pressuposto que a higienização realizada durante o fim de semana cobria a área não higienizada. No entanto, através do seguimento da tubagem e respetivo esboço, verificou-se que a CIP dos filtros, não passa em três pontos específicos, como se pode observar pela **Figura 6.29**.

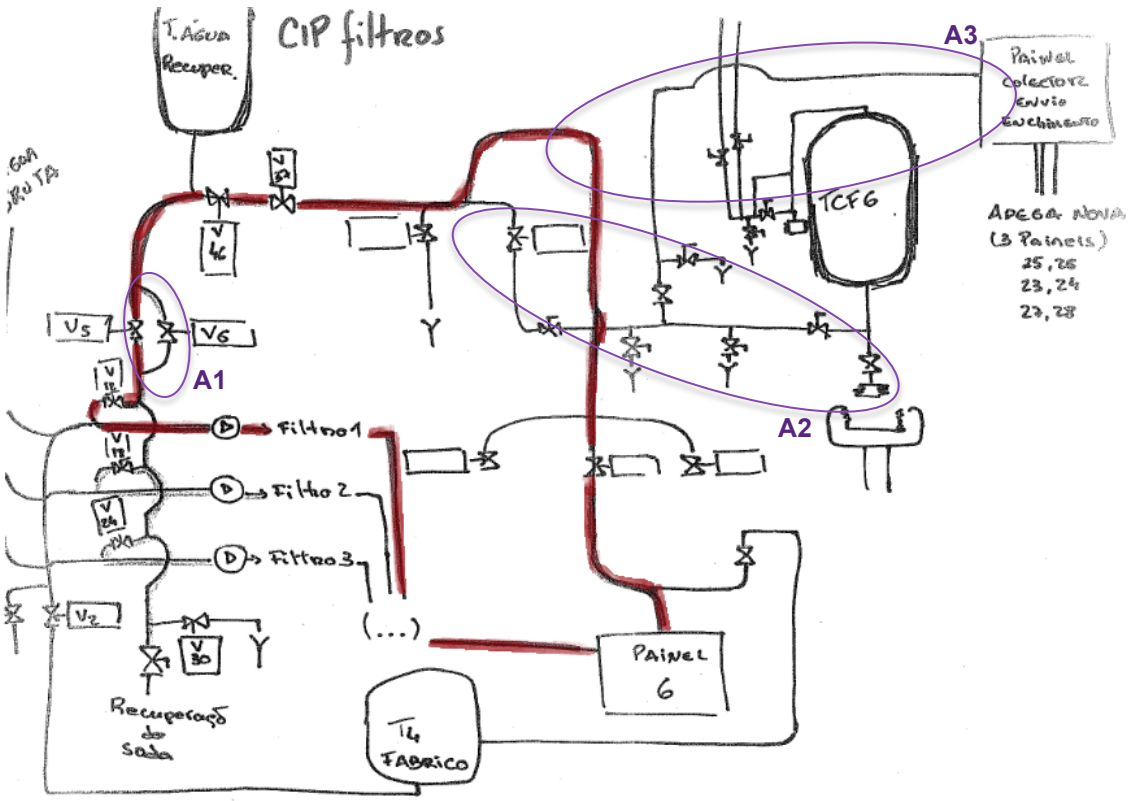


Figura 6.29 Esboço simplificado das tubagens evidenciando o circuito de higienização dos filtros de cerveja (Linha 1) e as áreas não higienizadas (A1, A2, A3).

De forma mais detalhada, foi estudado o circuito da recuperação da cerveja e esterilização provenientes do Painel 6 (**Figura 6.30**). Através dos conhecimentos do estudo anterior sobre a CIP dos filtros, sobre o facto de que a higienização é realizada pela Linha 1 primeiro e só depois pelas Linhas 2 e 3 em simultâneo, verificou-se a existência de um troço morto acima da válvula 31. Ou seja, após higienização desta linha, são higienizadas L2 e L3 que até então permanecem em carga com cerveja recuperada e quando é iniciada a CIP, esses restos são encaminhados, podendo ficar alojados na tubagem até à V31.

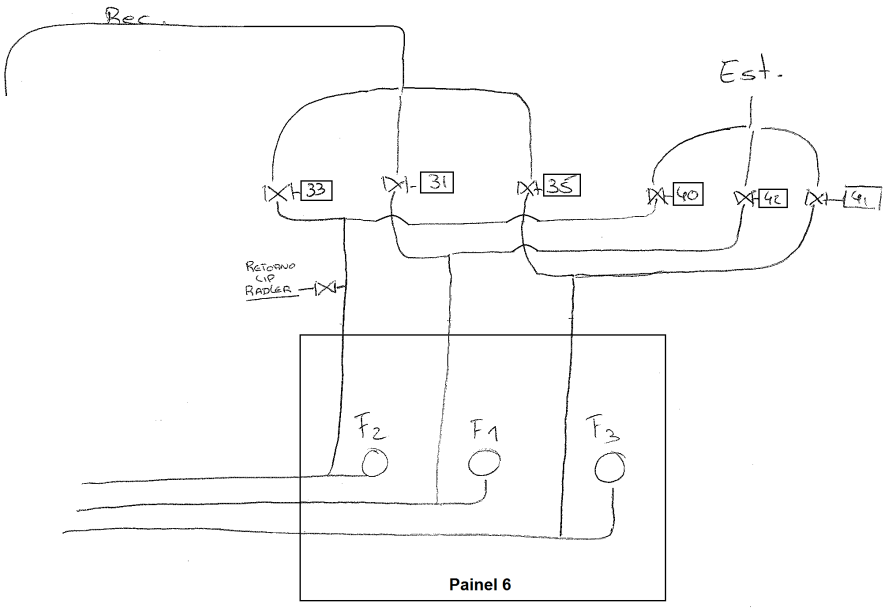


Figura 6.30 Esboço simplificado do circuito de cerveja e água de esterilização vindos do Painel 6.

A partir da compreensão dos respetivos circuitos e dos problemas associados, foi possível passar ao passo seguinte e elaborar a Análise 5 Porquês para se tentar compreender a causa da contaminação constante neste tanque.

O primeiro passo da sua construção foi a identificação do Modo de Falha, por outras palavras, correspondeu à decisão de qual o evento técnico principal que provocou este acontecimento. Como tal, foi atribuído como Modo de Falha a **contaminação da tubagem de envio/chegada de cerveja para recuperação (tubagem entre P6 e T4/T5 e T4/T5 a TCF6)**. Posteriormente, foram formuladas 6 hipóteses:

1. Cerveja para recuperar (arranque ou final de ciclo) fica em carga várias horas/dias
2. Cerveja diluída (frente ou final de ciclo) chega a esta tubagem já contaminada
3. Água utilizada no arrefecimento da tubagem (após esterilização) contaminada
4. Presença de fugas
5. Contaminação devido a cerveja contaminada do coletor do enchimento
6. CIP não eficaz

A partir desta nova avaliação, estes 6 porquês principais foram conferidos e avaliados e chegou-se à conclusão que não se verifica a presença de fugas no circuito nem a contaminação da água utilizada no arrefecimento da tubagem. Assim, a partir destes 6 porquês iniciais foi possível o desdobramento da análise e a determinação das causas principais (**Figura 6.31**).

Central Cervejas e Bebidas

ANÁLISE 5 PORQUÊS

TPM

Causas										5M	Acções	
Porquê (1)	Confirmado	Porquê (2)	Confirmado	Porquê (3)	Confirmado	Porquê (4)	Confirmado	Porquê (5)	Confirmado		Acção Preventiva	Acção Correctiva
1	s	Impossibilidade de esvaziar a tubagem	s	Fecho automático de válvulas após finalização da recuperação	s	Desenho de circuito e definição de automação incorretos.	s	Ausência de padrões na altura em que foi desenhado (1998)	s	Método	Utilização do standard HEINEKEN no desenho de novos circuitos	Alteração do funcionamento das válvulas
		Imbossibilidade de higienizar a tubagem após recuperação	s	Circuito da recuperação de cerveja é o circuito das linhas de filtração não sendo possivel higienizar tendo em conta que as linhas estão sempre em carga	s							Diminuição do tempo de residência de cerveja no TCF 6 para 2 dias (IT 25.50.04)
2	s	Água desarejada (pré-camada e final de ciclo) contaminada	n									
		Pré-camada não é suficiente face à elevada carga microbiana da cerveja	n									
		Tubagem está contamindada e consequentemente a cerveja também	s									
5	s	Higienização não efetuada	s	Ausência de método	s	Nunca foi formalizada a prática de alguns operadores com maior experiência	s			Método		Criação de LUP 1319. Alteração da IT 24.50.16; Higienização semanal aquando a higienização de mangueiras, tubagens e equipamentos auxiliares
		Cerveja em carga durante várias horas/dias	s	Impossibilidade de esvaziar a tubagem	n					Método		
				Imbossibilidade de higienizar a tubagem após recuperação	s	Circuito da recuperação de cerveja é o circuito de recuperação do coletor do enchimento, não sendo possivel higienizar quando as linhas estão em carga	s	Frequência não definida	s	Método		Criação de LUP 1319. Alteração da IT 24.50.16; Higienização semanal aquando a higienização de mangueiras, tubagens e equipamentos auxiliares
		Válvula entre a tubagem de recuperação e este circuito pode dar passagem a cerveja que se aloja na tubagem durante vários dias	s	Válvula aberta durante o envio/armazenamento de cerveja recuperada	s	Operador não cumpre IT	s			Mão de obra	Sensibilização dos operadores para esta questão	Higienização manual da tubagem
				Válvula danificada	n							
6	s	A frequencia de higienização (semanal) não é suficiente	s	Circuito da recuperação de cerveja é o circuito das linhas de filtração não sendo possivel higienizar tendo em conta que as linhas estão sempre em carga	s							
		Presença de troço morto na tubagem que interliga as 3 linhas	s	Cerveja para recuperar pode vir de três linhas diferentes. A higienização da L2 e L3 é realizada em simultaneo mas L1 não.	s					Máquina		Proposta de melhoria para eliminar ponto morto (aproximar V31 do ponto de junção das tubagens).

Figura 6.31 Análise 5 porquês simplificada alusiva ao modo de falha contaminação da tubagem de envio/chegada de cerveja para recuperação. Os passos **1,2,5,6** dizem respeito aos porquês "Cerveja para recuperar fica em carga várias horas/dias", "Cerveja chega a esta tubagem já contaminada", "Contaminação devido a cerveja contaminada do coletor do enchimento", "CIP não eficaz".

A partir do desdobramento da Análise 5 Porquês e da determinação das causas potenciais alusivos aos 5M, foi concebido o Diagrama de Causa e Efeito do problema (**Figura 6.32**), onde a cada causa, foi atribuído um peso significativo, tal como na Matriz QA (**2**- baixo, **5**- médio, **8**- alto). As causas mais significativas deveram-se a problemas de método, devido ao impacto elevado da contaminação de cerveja do colector do enchimento e do facto da cerveja para recuperar ficar em carga várias horas ou dias.

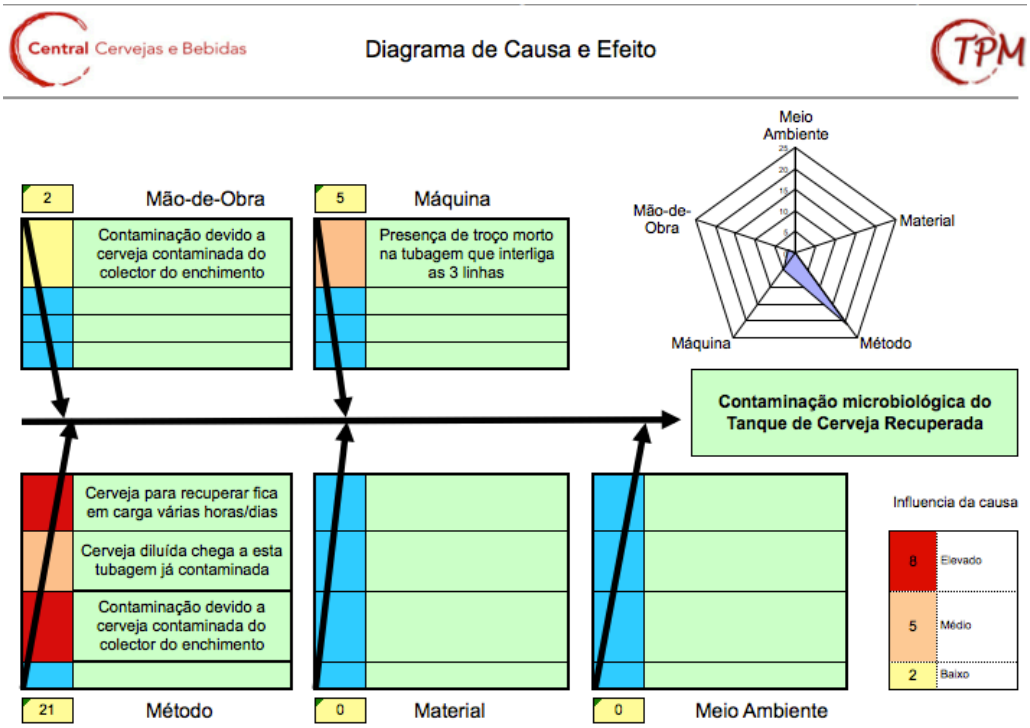


Figura 6.32 Diagrama Causa e Efeito

Em suma, foram propostas diversas ações, nomeadamente alteração do funcionamento das válvulas, diminuição do tempo de residência de cerveja no TCF 6 para 2 dias (frequência alterada na IT 25.50.04), Criação de LUP 1319 para higienização do circuito aquando a lavagem do TCF 6, alteração da IT 24.50.16 para higienização semanal do circuito aquando a higienização de mangueiras, tubagens e equipamentos auxiliares e elaboração de proposta de melhoria para eliminação do ponto morto (aproximar V31 do ponto de junção das tubagens). Todos estes pontos serão discutidos em detalhe, no **PASSO 4 – Implementar Ações de Melhoria**.

6.7.3. Matriz QA definitiva

Com base na análise "5 porquês" e na Matriz QA preliminar, foi possível a construção da Matriz QA definitiva apresentada na seção de **APÊNDICES** em **APÊNDICE IV**. Para tal, recorrendo à experiencia profissional dos colegas acerca da área, interpretação dos histórico de resultados e conhecimento detalhado da área, foi possível atribuir a cada um dos passos da seção, causas prováveis de contaminação microbiológica, registando-se ao todo 155 entradas. Para cada causa e respetiva justificação, foram também equacionados, os 5M, métodos de verificação e um peso relativo, consoante o seu impacto na contaminação. Este peso relativo atribuído, permitiu a definição de prioridades. Estas, foram definidas

através de cálculos onde se avaliaram o impacto e tipo de erro de fazendo o balanço com os valores atribuídos a cada uma das 155 entradas (**Figura 6.33**).

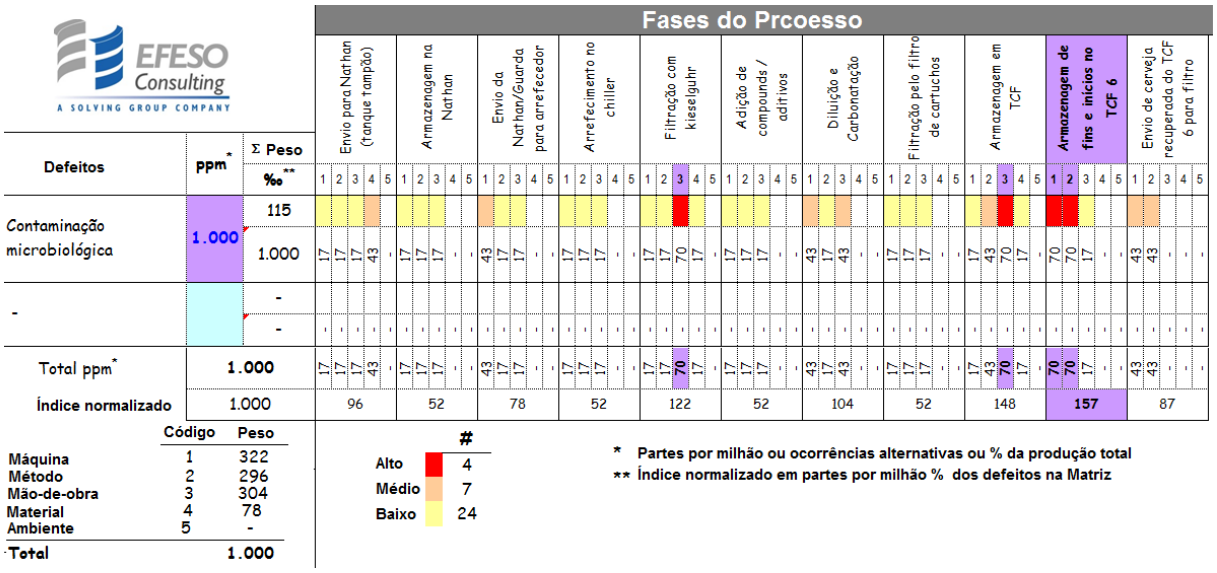


Figura 6.33 Avaliação de cada etapa segundo o peso atribuído na Matriz QA (normalização em ppm).

De forma à uma perceção mais fácil desta análise, foi elaborado o diagrama de Pareto (**Figura 6.34**) cujo objetivo incidiu na comparação entre os vários tipos de erro em cada etapa e a influência dos mesmos na contaminação microbiológica.

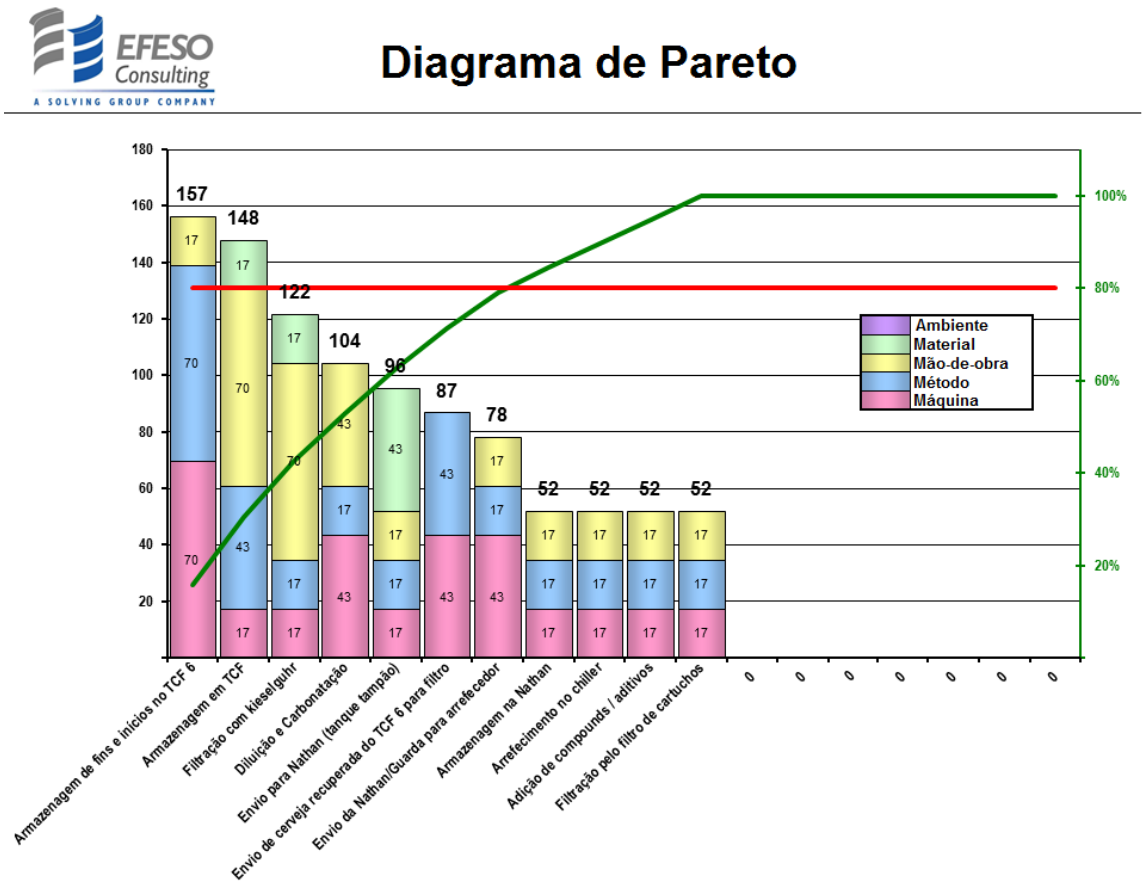


Figura 6.34 Diagrama de Pareto alusivo aos defeitos microbiológicos na área de Filtração, construído com base na Matriz QA.

Segundo a análise de Pareto, todas as causas com impacto superior a 80% do problema, são consideradas prioritárias. Assim sendo e tendo em conta os resultados obtidos, verifica-se que a "armazenagem de fins e inícios no TCF 6" é, entre todas as fases, a mais crítica, devido 157 ‰ de influência em relação a todos os defeitos microbiológicos identificados na construção da Matriz QA. Segue-se o passo de "armazenagem em TCF", cujo valor (148 ‰) é também, superior ao limite de atuação.

No caso de "armazenagem de fins e inícios no TCF 6", as causas atribuídas referem-se sobretudo a problemas de máquina e método (70 ‰ cada), devido à ausência de padrões aquando o desenho das instalações, como referido na análise 5 Porquês. No entanto, o peso da máquina e do método possuem uma relevância muito mais diminuta (17 e 43 ‰, respetivamente) quando analisados na área prioritária "armazenagem em TCF" em que a principal causa de contaminação se deve sobretudo à mão-de-obra. Apesar do processo ser bastante automatizado, existem ainda a aplicação de diversas manobras manuais que cuja incorreta aplicação, pode por em causa a contaminação microbiológica.

Existe ainda um outro modo de defeito com impacto significativo no problema em análise, o processo de mão-de-obra na fase de filtração por kieselguhr (70 ‰). Apesar de este processo não se verificar prioritário pela primeira análise de Pareto devido à baixa influência dos restantes modos de defeitos, o seu impacto é considerado significativo, através da realização de um diagrama de Pareto sobre os modos de defeito (**Figura 6.35**).

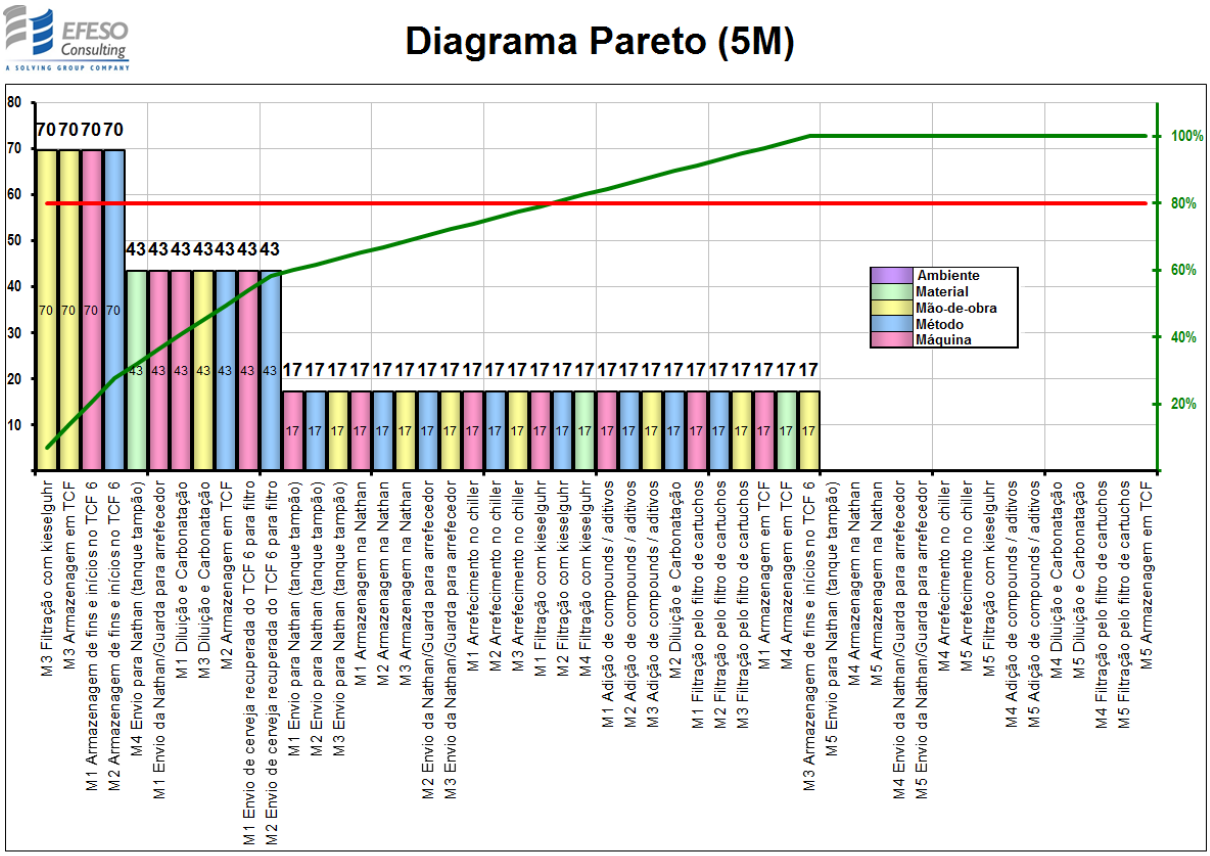


Figura 6.35 Diagrama de Pareto equacionando os modos de defeito na área de Filtração, construído com base na Matriz QA.

A distribuição de pesos de cada um dos 5M revistos na Matriz QA em todos os processos, pode ser observada pela **Figura 6.36**. Nesta imagem, verifica-se que os modos de defeito com maior significância, mão-de-obra, máquina e método se encontram em relativo equilibro, constituindo cerca de 30% das causas, cada um. Defeitos relacionados com o material revelaram um impacto reduzido (cerca de 8%) e em relação ao ambiente, não foram encontradas causas-raiz devido ao facto de que a cerveja na Filtração possuí barreiras físicas íntegras que impedem o seu contacto com o ambiente externo.

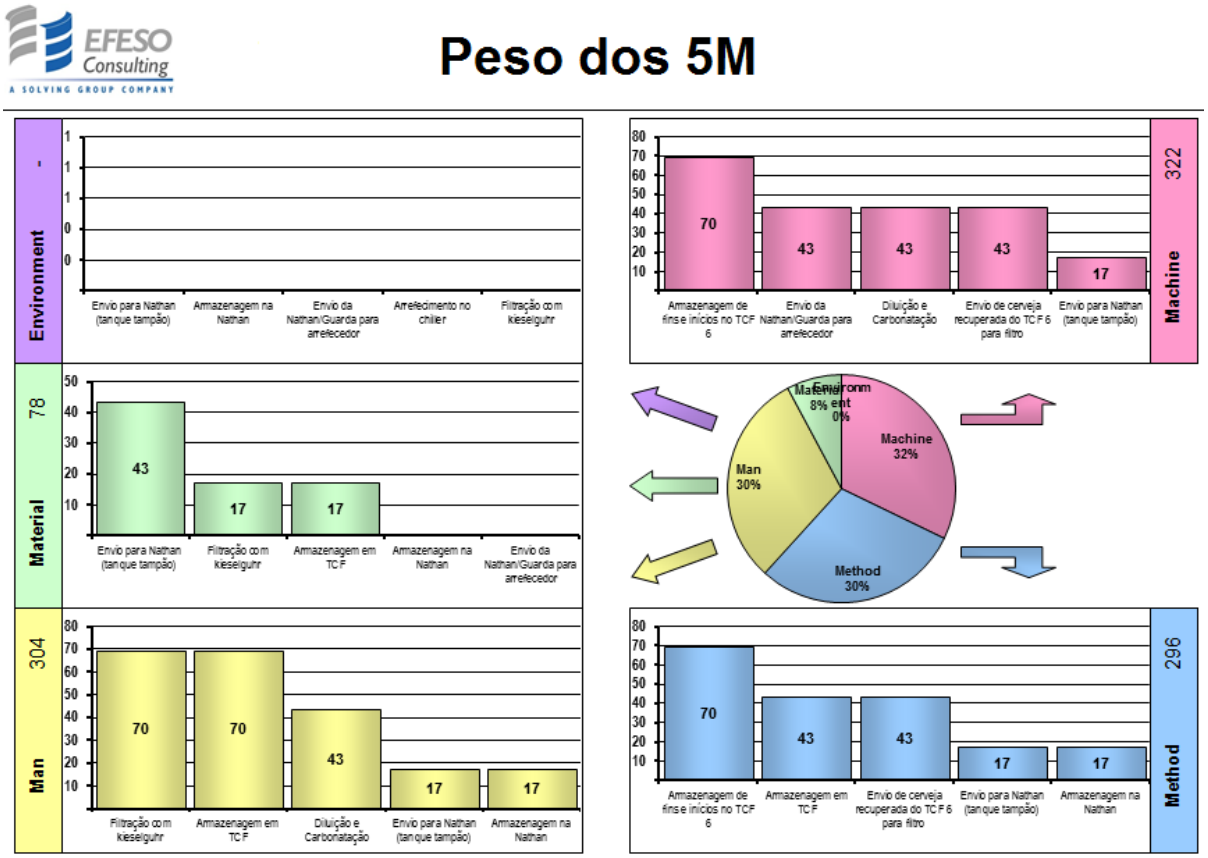


Figura 6.36 Distribuição dos 5M na seção da Filtração.

6.8. PASSO 4: IMPLEMENTAR AÇÕES DE MELHORIA

O Passo 4 compreende todos os passos de implementação de melhorias. Neste sentido, foram englobadas no Plano de Ação (**APÊNDICE I**), as atividades atribuídas a cada membro de equipa, explicitando onde, quando e como executar a tarefa. Deste modo, foi possível estabelecer e aplicar ações corretivas, criar sistema de treino para as mesmas e verificar o efeito das mudanças através de comparações com o registo de resultados.

6.8.1. Estabelecer contra-medidas

Nesta seção englobam-se todas as atividades que foram realizadas de forma a corrigir as situações anómalas identificadas: criação de LUPs, Instruções de Trabalho e Propostas de Melhoria.

6.8.1.1. Instruções de trabalho

A importância da definição de instruções de trabalho remete para a padronização da metodologia de trabalho aplicada para que os métodos sejam executados de igual forma por todos os colaboradores da área. O conjunto de ações definido deve encontrar-se em conformidade com as normas de higiene e segurança alimentar de forma a garantirem o mais exigente grau de qualidade.

As Instruções de Trabalho correspondem a uma série de passos ordenados de forma cronológica que detalham as diversas ações a efetuar no terreno. Estes documentos, são parte integral do Manual Técnico Industrial e têm uma abertura que possibilita a sua leitura por parte de qualquer membro da empresa. Além disso, cada seção comporta um arquivo constituído por estes documentos de modo a ser possível a sua consulta em caso de dúvida ou até mesmo na formação de novos colaboradores.

Assim, no âmbito da Equipa, foram **atualizadas 16 Instruções de Trabalho** e **elaboradas 2 de raiz** onde, após uma avaliação meticulosa, foram definidas as práticas mais corretas. A avaliação e definição da metodologia a aplicar foi efetuada com o auxilio e explicação dos processos com os colegas da área, por diversas visitas ao terreno e acompanhamento dos processos, comparação com os *standards Heineken* e ainda, por reuniões com o departamento de Qualidade. A **Tabela 6.5**, enuncia as Instruções de Trabalho revistas e criadas pela equipa.

Tabela 6.5 Instruções de Trabalho modificadas da secção de Filtração.

REFERÊNCIA	DESIGNAÇÃO
24.50.01	Tratamento de cerveja
24.50.02	Preparação das soluções de aditivos
24.50.04	Filtração de cerveja
24.50.05	Contrapressão dos Tanques de Cerveja Filtrada
24.50.06	Envio de cerveja para o enchimento
24.50.07	Recepção de cisternas de cerveja
24.50.08	Enchimento de cisternas de cerveja em TCF
24.50.09	Higienização do tanque de solução de aroma
24.50.10	Higienização do sistema de desarejamento de água para diluição – ALDOX
24.50.11	Higienização do circuito de água desarejada
24.50.12	Higienização de circuitos: Ar; CO_2; Descarga dos TCFs e Tanques de espuma
24.50.13	Enchimento de cisternas de cerveja em guarda
24.50.14	Higienização semanal dos filtros de cerveja
24.50.15	Higienização dos tanques de cerveja filtrada
24.50.16	Higienização de mangueiras, tubagens e equipamentos auxiliares
24.50.17	Procedimento de paragem de equipamento no caso de evacuação da área de Filtração de cerveja
24.50.18	Higienização da instalação de dosagem de aditivos
24.50.19	Produção de Sagres Radler

Nestes documentos, foram incluídas algumas ações propostas na análise dos 5 Porquês particularmente, o aumento da frequência de esvaziamento do Tanque 6 e em algumas das Instruções de Trabalho, nomeadamente a alusiva à higienização dos TCFs e higienização das mangueiras, tubagens e equipamentos auxiliares, foram introduzidas as 3 LUPs criadas no âmbito da equipa.

6.8.1.2. Lições de Um Ponto

De forma à melhoria e otimização dos processos, foram criadas **3 LUPs**: "Lavagem do circuito de chegada e saída de cerveja do TCF6 (durante CIP ao TCF 6)"; "CIP do troço de entrada/saída de cerveja recuperada do TCF 6 durante a CIP semanal do circuito das mangueiras" e ainda, "Colocação de mangueiras e peças da filtração na piscina".

A LUP nº 1313 **"Lavagem do circuito de chegada e saída de cerveja do TCF6 (durante CIP ao TCF 6)"**, permite a higienização de toda a tubagem que não era higienizada, desde o tanque de cerveja recuperada até à purga para o esgoto (junto da válvula automática 38), sempre que o tanque é higienizado.

De forma a higienizar o mesmo circuito e a tubagem de recuperação de cerveja da Adega Nova, defeito encontrado pela Análise 5 Porquês, foi elaborada a LUP nº1319 **"CIP do troço de entrada/saída de cerveja recuperada do TCF 6 durante a CIP semanal do circuito das mangueiras"**, uma manobra que permite a passagem da CIP nas tubagens não higienizadas, cobrindo o circuito presente no esboço da **Figura 6.37.**

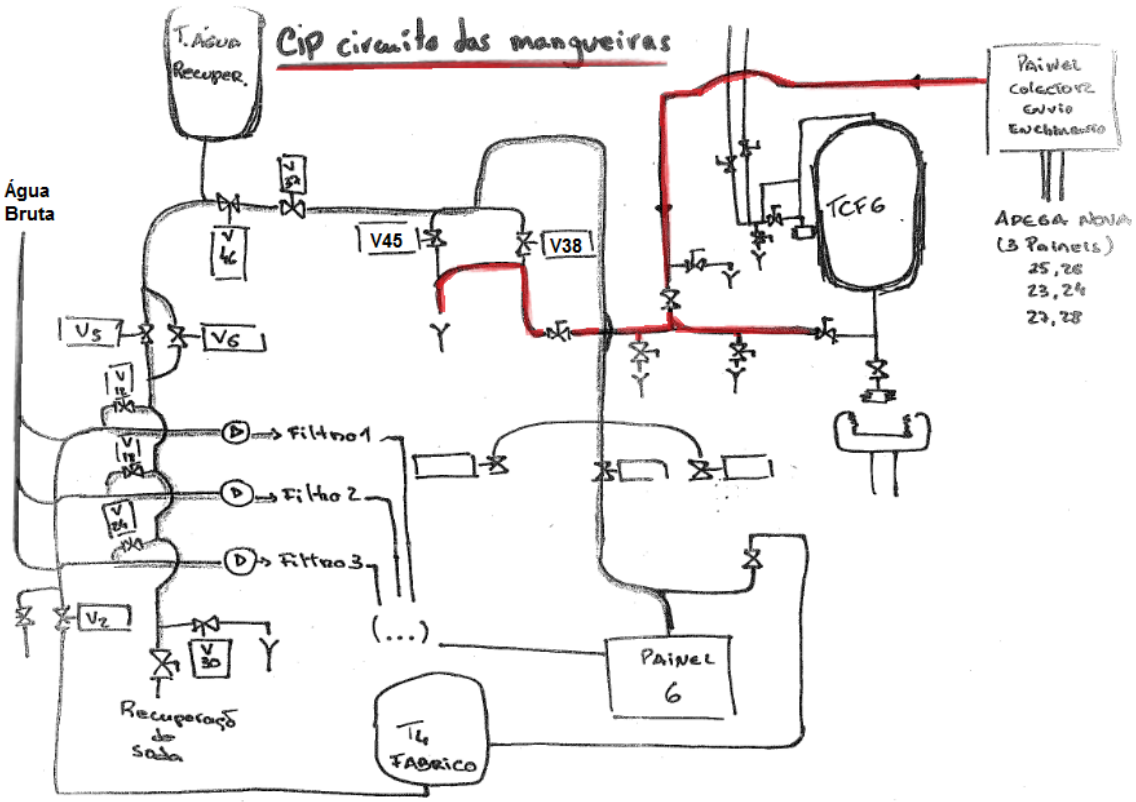


Figura 6.37 Esboço do circuito de higienização da tubagem de recuperação de cerveja durante a higienização das tubagens, mangueiras e equipamentos auxiliares.

Por último, a LUP nº 1305, **"Colocação de mangueiras e peças da filtração na piscina"** detalha a operação de colocação de peças na piscina e a importância da preparação da solução de detergente no processo de desinfeção das peças.

6.8.1.3. Propostas de Melhoria

Foram vários os desvios encontrados alvos de melhoria. Com este efeito, foram elaboradas **12 Propostas de Melhoria**. Destas 12 propostas submetidas, apenas 5 foram postas em prática, encontrando-se as restantes sob avaliação. As propostas de melhoria aceites e alteradas dizem respeito à alteração do circuito de metabissulfito, eliminação de tubos de água obsoletos do colector do enchimento, substituição de válvulas da rede de ar e CO_2. A **Tabela 6.6**, enumera as propostas solicitadas e fotografias do "antes" e "depois". As restantes encontram-se em **APÊNDICE V**.

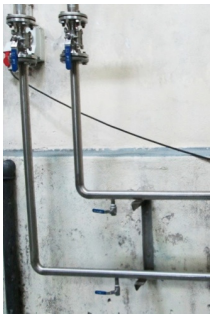
Tabela 6.6 Propostas de melhoria aceites e submetidas a alteração.

Proposta de Melhoria:	2642 – **"Eliminação de tubos de água obsoletos no painel envio enchimento"**
Descrição:	"Solicita-se a eliminação dos tubos da água de envio para o enchimento."
Beneficio esperado:	"Eliminar fonte de contaminação"
"Antes":	
"Depois":	

Proposta de Melhoria:	2643 – **"Substituir válvula de CO_2 com ferrugem"**
Descrição:	"Substituir válvula de corte de CO_2 por válvula mais segura e higiénica."
Beneficio esperado:	"Eliminar fonte de contaminação"
"Antes":	**"Depois":** *Remoção da tubagem*

Proposta de Melhoria: 2644 – **"Eliminar válvulas de CO_2 obsoletas com fuga"**	
Descrição:	"Solicita-se a eliminação de válvulas de CO_2 obsoletas e com fuga"
Beneficio esperado:	"Eliminar fugas de CO_2 e pontos de contaminação"
"Antes":	**"Depois":** *Remoção das tubagens*

Tabela 6.7 Propostas de melhoria aceites e submetidas a alteração (continuação).

Proposta de Melhoria:	2646 - **"Substituir válvulas da rede do ar e CO_2 da ACF2"**	
Descrição:	"Solicita-se a substituição das válvulas da rede do ar e CO_2 da ACF2 devido a estas estarem deterioradas"	
Beneficio esperado:	"Colocação de válvulas com maior segurança e eliminar fonte de contaminação"	
"Antes":		**"Depois":** 
Proposta de Melhoria:	2648 - **"Alteração do circuito de metabissulfito"**	
Descrição:	"Colocação de uma válvula na tubagem de saída do tanque que permita a colocação de uma mangueira para ser possível fazer a limpeza à tubagem e bombas de injeção. Colocação de uma purga no final da tubagem para eliminar ponto morto"	
Beneficio esperado:	"Permite fazer limpeza para eliminar fontes de sujidade e melhorar os resultados microbiológicos"	
"Antes":		
"Depois":		

6.8.2. Sistema de Treino

De forma a verificar o entendimento e cumprimento das manobras descritas nestes documentos, foi feita uma avaliação individual, através de uma Matriz de Competências. Nesta Matriz, é tido em conta o estado inicial do conhecimento de cada um dos 18 colaboradores antes da elaboração da documentação e foi definido um valor objetivado para o final da formação que foi comparado com a realidade após a formação. A avaliação foi realizada tendo em conta 5 níveis de conhecimento: **1** Não tem o conhecimento, **2** tem o conhecimento, **3,** apto a fazê-lo em condições padrão, **4,** apto a fazê-lo

em condições fora do padrão e **5** apto a ensinar. Em suma, os resultados foram positivos, sendo que os objetivos propostos foram alcançados por todos os operadores.

6.8.3. Correlação de medidas com os resultados obtidos

A evolução do indicador FTR Micro BBT pode ser observada pela **Figura 6.38**, onde se encontram registados os resultados e as ações efetuadas no âmbito da equipa.

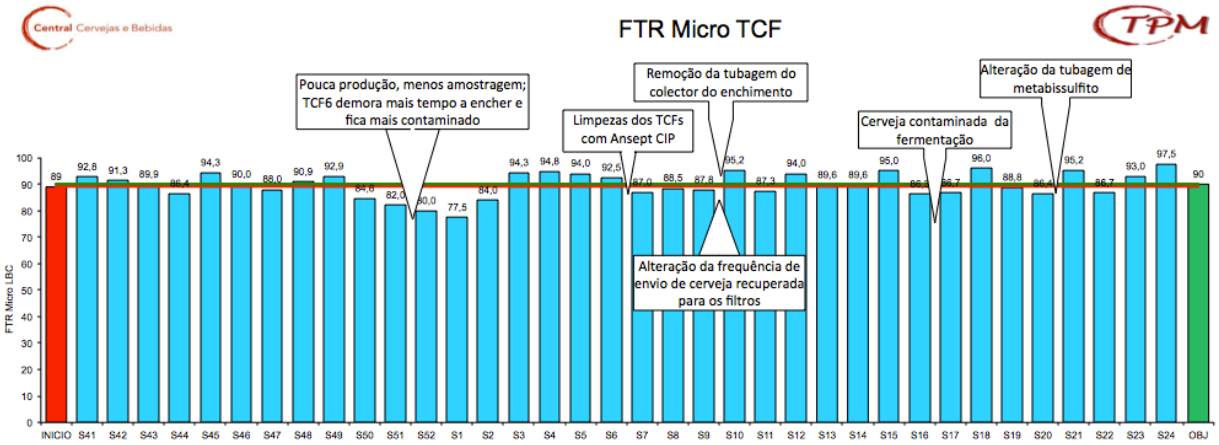


Figura 6.38 Evolução do FTR Micro BBT no tempo de duração da equipa e principais alterações verificadas. Resultados apresentados por semanas.

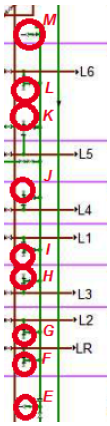
Pela análise do gráfico verifica-se um elevado valor do FTR ao longo das semanas, com uma ligeira redução desde a semana 50 até à semana 2. Esta diminuição foi justificada pela redução do volume de produção e consequentemente menos amostragem, sendo que as amostras recolhidas acabam por ser pouco representativas. Além disso, para agravar o facto de haver pouca produção, logo menos arranques de filtros, o TCF6 demora mais tempo a encher e vazar, sendo que fica mais tempo retido no tanque, aumentando a sua contaminação.

Durante as semanas 7 e 8, verificou-se a limpeza dos TCFs com Ansep CIP. Como referido anteriormente, esta lavagem alcalina não incutiu grande impacto nos resultados, até pelo contrário, baixando-os um pouco para abaixo o valor inicial. Tal facto pode ser devido ao desprendimento de possíveis biofilmes que pudessem existir que baixaram um pouco o desempenho nas semanas em que a ação se verificou.

As ações efetuadas no final da semana 9, “remoção da tubagem do coletor do enchimento” e “alteração da frequência de higienização de cerveja recuperada para os filtros” vieram aumentar o indicador para um dos valores mais altos (95,2%) no entanto, este elevado valor nem sempre se manteve, baixando para baixo do valor objetivado, umas semanas mais tarde (semanas 16 e 17). Nestas semanas, o problema foi correlacionado com a elevada carga microbiana encontrada na amostragem de cerveja da fermentação.

A remoção da tubagem de água do coletor do enchimento melhorou, sem dúvida, o desempenho microbiológico da água que passava na tubagem, como pode ser verificado na **Figura 6.39**. Antes da remoção da tubagem, existiam troços mortos sem higienização cujas amostras recolhidas na zona revelavam uma amostra incontável de microrganismos aeróbios, nomeadamente, bactérias e leveduras. Após remoção destes troços mortos, verificou-se a redução da contaminação para valores dentro da

especificação. No entanto, apesar desta água ser a água de envio para o enchimento (quer no inicio quer no final do enchimento, de forma a não se empurrar a cerveja com ar), não houveram resultados significativos no produto acabado das linhas 2 e 3 (de onde foram removidos os coletores). Tal facto pode ser explicado pelo facto da amostragem ao produto acabado não ser realizada com esta cerveja diluída do início e final de enchimento, mas sim cerveja nas condições ideais para consumo **Figura 6.40**.



Água Enchimento	04-fev		18-fev		05-mar		10-mar		13-mar		18-mar		27-mar		01-abr	
LOCAL	Bac	Lev	Bac	Lev	Bac	Lev	Bac	Lev	Bac	Lev	Bac	Lev	Bac	Lev	Bac	Lev
M (fim)	1	0	1	1												
L (L6)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K (L5)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
J (L4)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I (L1)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H (L3)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
G(L2)	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
F (LR)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Remoção Troço M; Substituíção Colectores L2 & L3

Figura 6.39 Evolução do desempenho microbiológico da água do coletor do enchimento. Os valores de 0 dizem respeito a valores dentro dos parâmetros ao passo que 1, é sinónimo de contaminação fora dos parâmetros.

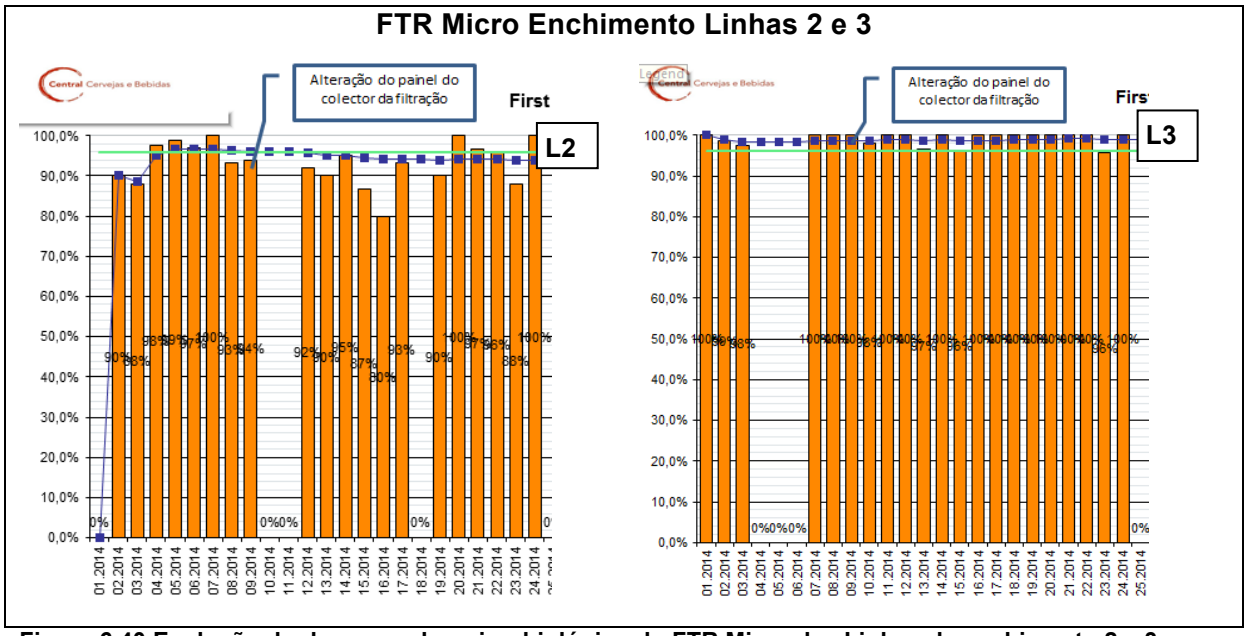


Figura 6.40 Evolução do desempenho microbiológico do FTR Micro das Linhas de enchimento 2 e 3.

A alteração do circuito de metabissulfito de forma a ser possível a sua higienização, veio trazer melhorias no que diz respeito ao desempenho microbiológico das amostras de metabissulfito retiradas. Antes da alteração da tubagem, as amostras revelaram-se com uma população incontável de leveduras e bactérias lácticas à saída da válvula, no final da operação, a amostragem não revelou qualquer contaminação.

6.9. PASSOS 5 e 6: ANALISAR CADA DEFEITO E MELHORAR SISTEMA DE GESTÃO PARA GARANTIR OS GANHOS

No que diz respeito à determinação de todos os desvios, não foi possível a identificação de todos, porque a microbiologia é uma ciência extremamente minuciosa e qualquer variação mínima da norma, não detetável, pode ter um impacto acentuado. Contudo, de forma mais abrangente que possibilita a identificação mais fácil de desvios, foi construído um fluxograma de defeitos microbiológicos (**Figura 6.41)** em que se verifica, ainda que resumido, uma imensidão de variáveis que podem ocorrer no processo e que podem influenciar os resultados microbiológicos.

Além deste fluxograma de desvios, foi também atualizado, no âmbito da equipa, o Fluxograma da seção pertencente ao Manual Tecnico Industrial, que evidencia nas diferentes etapas do processo, os parâmetros de HACCP, pontos de controlo físico-químico e microbiológico.

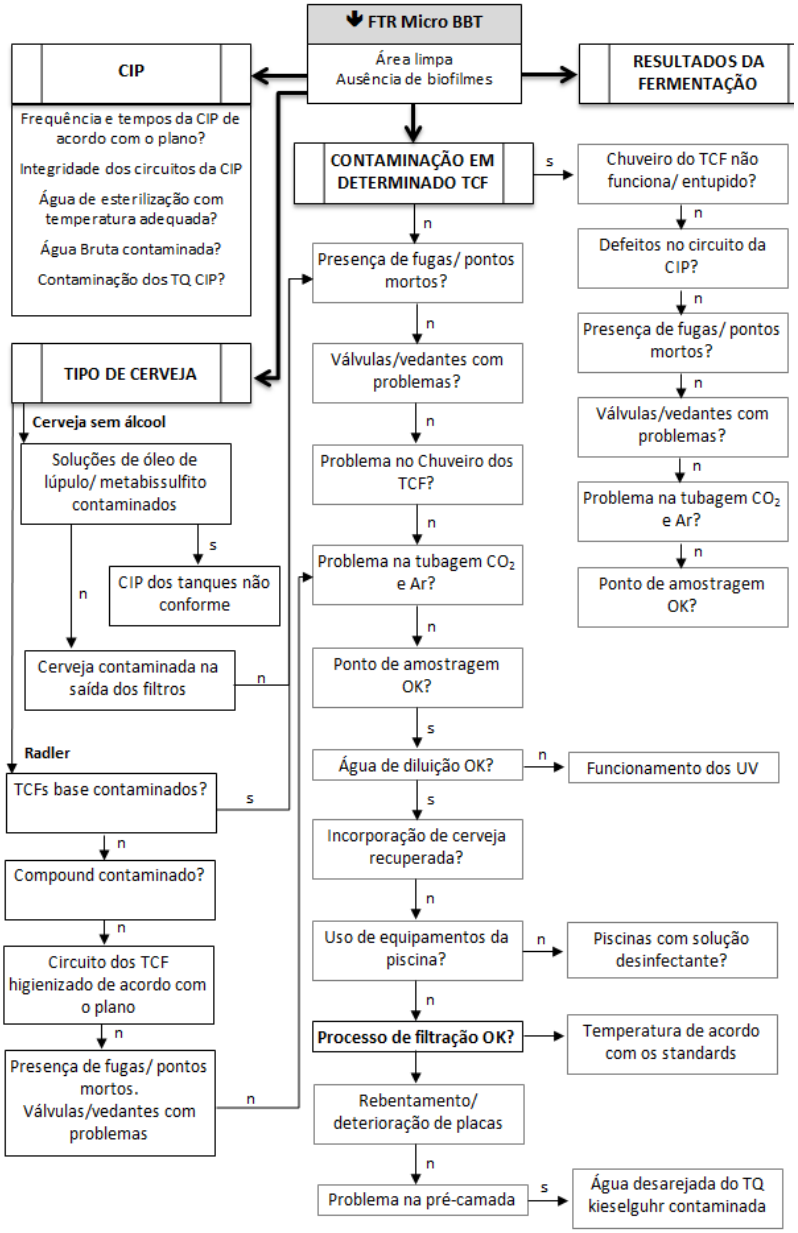


Figura 6.41 Fluxograma de deteção de defeitos

No âmbito destes dois passos da Rota, foi também efectuada uma nova *checklist* com base na *Checklist Heineken*. (**Figura 6.42).** Esta nova *checklist*, realizada exclusivamente para a seção de Filtração na Fábrica de Vialonga, permite uma avaliação fácil da conformidade (ou não) dos respetivos pontos que podem ser fonte de introdução microbiológica, após a realização de todas as ações efectuadas pela equipa. É um passo fundamental na medida em que as condições básicas dos equipamentos, materiais e até mesmo do meio envolvente da própria área devem se encontrar dentro dos parâmetros definidos de modo a garantir a qualidade microbiológica, antecipar a origem de defeitos e estabelecer ações de contramedida.

SCC - SOCIEDADE CENTRAL DE CERVEJAS E BEBIDAS,S.A.

***Check list* Micro Filtração**

Área: Filtração	Verificada por:		Discutida por:
Data da verificação:	Nome:	Nome:	Iniciais:

	Item a verificar	Verificação visual	Verificação por metodologia	Registo do procedimento	Comentários	Desvios	Ação	Quem	Quando
1.	**CIP e Higienizações**								
1.1	Área do circuíto de produção limpa (chão, paredes,ventilação, pontos de purga, tecto, exterior das tubagens). Ausência de biofilmes	✓							
1.2	CIP não contaminada; Tanques de CIP limpos		Análise micro da solução CIP						
1.3	Preparação da CIP de acordo com standards	✓							
1.4	Tubagem envio/retorno CIP em bom estado	✓							
1.5	CIP dos filtros e tanques de acordo com o planeamento			✓					
1.6	CIP dos filtros e tanques cumpre os tempos e temperaturas planeadas			✓					
1.7	Tanques higienizados e inspecionados de acordo com o planeamento			✓					
1.8	Enxaguamento manual efectuado			✓					
1.10	Interior do TCF limpo após higienização	✓	Análise bioluminescência						
1.11	Entradas e saídas dos TCF limpas	✓	Análise micro da última água de lavagem dos tanques						
1.12	Bombas limpas	✓							
1.13	Linha de CO2 (que entra em contacto com cerveja) limpa. CO2 não contaminado e isento de odores		*go-no-go; A* nálise micro CO2						
1.14	Higienização da linha de CO2 de acordo com o planeamento			✓					
1.15	Substituíção ou esterilização dos filtros de CO2 de acordo com o planemento			✓					
1.16	Tanques de dosagem vazios (caldeiro de kieselguhr) limpos e livres de odores	✓							
1.17	Pontos de amostragem limpos	✓		✓					
1.18	Higienização do circuíto de água desarejada de acordo com o planeamento			✓					
1.19	Mangueiras higienizadas. Extremidade sem contacto com o chão	✓							
1.20	Colocação de peças auxiliares à filtração nas piscinas de desinfeção. Quantidade de desinfectante adequada. Piscinas	✓	Análise micro solução de desinfectante das piscinas	✓					
1.21	Higienização do circuíto de espumas de acordo com o planeamento			✓					
1.22	Circuíto e tanque de espumas limpos	✓							
2	**Água**								
2.1	Água de enxaguamento não contaminada		Análise micro da água bruta do colector do enchimento. Comparação com água do barrilete						
2.2	Água de diluíção não contaminada		Análise micro da água da diluição						
2.3	Correcto funiconamento dos UV. Manutenção de acordo com o planeamento	✓		✓					
2.4	Correcto funcionamento do Aldox	✓		✓					

Figura 6.42 *Checklist* de defeitos microbiológicos elaborada para a Filtração.

3	**Processo de Filtração**								
3.1	Inexistencia de troços mortos nos filtros, tubagem ou equipamento dos TCF	✓							
3.2	Presença de fugas/ vedantes com problemas/ válvulas desgastadas nas linhas de cerveja, CO_2, ar e água	✓							
3.3	Pontos de amostragem com manutenção de acordo com o planeamento			✓					
3.4	Procedimento efectuado de acordo com as instruções de trabalho	✓							
3.5	Chuveiro dos TCFs funcionam bem	✓							
3.6	Valvula de segurança dos TCFs funciona bem. Topo do tanques livres de resíduos de espuma	✓							
3.7	Inexistencia de espuma nos circuítos de Ar e CO_2	✓							
3.8	Soluções de aroma e metabissulfito são preparados e armazenados de acordo com as especificações			✓					
3.9	Cerveja do Tanque de cerveja recuperada (TCF6) não é aplicada após 3 dias			✓					
3.10	Temómetros e condutivímetros livres de depósitos	✓							
3.11	Bombas com design higienico	✓							
3.12	Placas filtrantes e cartuchos íntegros	✓							
3.13	Correcto funcionamento dos termómetros	✓		✓					
3	**Laboratório (Consultar também a Labstar Checklist)**								
3.1	Equipamento calibrado e em boas condições	✓		✓					
3.2	Amostragem de acordo com a instrução de trabalho. Correcta recolha, tratamento, identificação e análise de amostras.			✓					
3.3	Meios são preparados e armazenados de forma correcta	✓		✓					
3.4	Resultados dos controlos positivos e negativos de acordo com o previsto			✓					
3.5	Participação no HMRA			✓					

Figura 6.42 *Checklist* de defeitos microbiológicos elaborada para a Filtração (continuação).

Todavia, os resultados dos passos 5 e 6 requerem uma aplicação temporal para realmente se verificar o efeito das ações aplicadas. Espera-se que no final deste ano se alcance um valor de indicador microbiológico de Filtração, de 90%, valor este que foi conseguido durante o funcionamento da equipa (**Figura 6.43**).

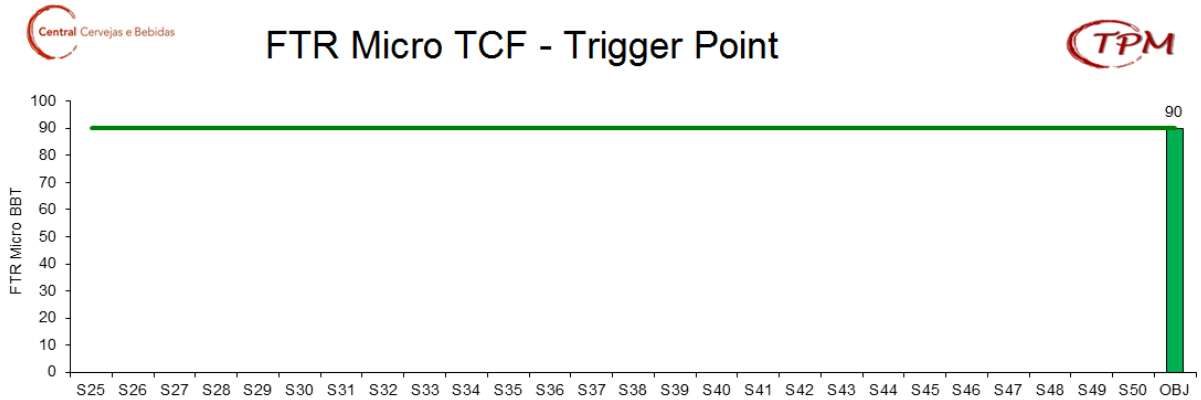


Figura 6.43 Trigger point estimado para a filtração no ano de 201

CONCLUSÕES

Conclusões

A componente prática do trabalho realizado no âmbito da dissertação permitiu a aplicação de diversas ferramentas TPM para que fosse possível melhorar o indicador microbiológico, o FTR Micro BBT para o valor objetivado, 90%. O sucesso do trabalho foi sem dúvida devido ao empenho e à colaboração dos diversos colegas das área da Filtração e do Laboratório de Microbiologia cujos conhecimentos e experiencia na área foram fundamentais no desenvolvimento do trabalho.

Tendo em conta que a política da empresa segue a filosofia de "zero defeitos", um bom sistema de Qualidade Microbiológica permite a aproximação dessa mesma realidade, fazendo com que a empresa tenha sucesso face ao mercado competitivo em que se encontra inserida. Assim sendo, o indicador microbiológico permite uma monitorização dos processos e, deste modo, a sua melhoria para valores próximos do valor ótimo (100%) é sinónimo de uma maior eficácia do sistema produtivo, garantindo que não decorre deterioração da cerveja (por via microbiana) e que o produto final possua as características desejadas na sua íntegra.

A Filtração corresponde à área em que ocorrem os processos físicos de separação de partículas e microrganismos provenientes das etapas de produção anteriores e em que a cerveja fica pronta para o enchimento (onde posteriormente é pasteurizada). Visto que é uma das etapas finais e tem como objetivo a remoção de componentes indesejados, a otimização microbiológica é sem dúvida um fator de extrema importância, garantindo que a cerveja não sofre modificações resultantes da deterioração microbiológica enquanto presente nos tanques. Verificando-se um bom desempenho microbiológico na Filtração, a pasteurização nas condições normais de funcionamento, é completamente eficaz, visto que é mais que suficiente para erradicar a contaminação presente na cerveja. Hipoteticamente, se o desempenho microbiológico da Filtração atingir o valor de 100%, a pasteurização torna-se até um processo auxiliar e não um ponto-chave fundamental, no sentido em que se ocorrer algum defeito na fase da pasteurização à partida não decorrerá nenhum problema graças à ausência de contaminação. Em teoria, se tais condições ótimas fossem alcançadas, não seria necessário recorrer à pasteurização para prolongamento do tempo de prateleira da cerveja e a cerveja não teria que ser submetida ao aquecimento inerente ao processo, aquecimento o qual tem influência no *flavor* da cerveja.

A criação de uma equipa de melhoria multidisciplinar para melhoria do FTR Micro BBR permitiu uma intervenção de excelência, havendo a partilha de conhecimentos aprofundados alusivos às diversas vertentes do projeto entre os vários membros da equipa. Derivado da envolvência de todos os membros e através do cumprimento dos diferentes passos da rota de Redução de Defeitos Microbiológicos, foi possível alcançar a meta objetivada e aspirar a um valor mais ambicioso do FTR Micro BBT, 91%. Em suma, as principais fontes de defeito identificadas pela equipa e respetivas medidas corretivas são as seguintes:

- Cerveja Recuperada. Foram diversos os aspetos relacionados com a cerveja recuperada, estes, prendem-se não só com o seu armazenamento em tanque como o percurso de envio/chegada, pela tubagem de recuperação de cerveja. A cerveja recuperada, cuja incorporação numa cerveja padrão tem influência no seu desempenho microbiológico, constituí um aspeto que necessita ser melhorado. O problema deste circuito encontra-se maioritariamente relacionado com o facto de que os desenhos dos equipamentos e automação terem sido definidos numa fase em que a qualidade microbiológica não constituía um foco importantíssimo da produção. Para atenuação desta causa potencial foram implementadas diversas ações: aumento da frequência de vazamento (e consequente higienização) do tanque, criação de uma LUP referente à higienização do circuito durante a lavagem do tanque, criação de uma outra LUP (incorporada nas instruções de trabalho) que explicita o método de higienização de uma das tubagem de recuperação que não era higienizada e ainda, criação de uma proposta de melhoria para alteração da localização de uma válvula automática de forma a não criar troços mortos.

- Presença de troços mortos. A presença de tubagens que permitam acumulação de sujidade ou cuja higienização não é suficiente, podem ser causadoras de troços mortos. Para além dos circuitos relacionados com a cerveja recuperada, foram identificados troços mortos em tubagens de água, metabissulfito e CO_2 e foram aplicadas medidas corretivas, nomeadamente remoção da tubagem ou alterações no equipamento de forma a permitir uma higienização eficiente.

- Instruções de trabalho. As Instruções de Trabalho da Filtração, presentes no Manual Técnico Industrial encontravam-se desatualizadas face a alterações nos equipamentos e mudança nos métodos, mudanças estas que não foram registadas em papel. Deste modo, a carência de uniformidade de metodologias entre operadores, faz com que sejam efetuadas operações que não correspondam ao ideal podendo influenciar o desempenho microbiológico. De forma a padronizar contramedidas, a Equipa atualizou estes ficheiros tendo em conta a metodologia ideal para realização das tarefas inerentes à área. Além disso, foram criados dois novos documentos de forma a que as Instruções de Trabalho englobassem todas as atividades. Cada colaborador assinou a folha de conhecimento e consentimento das novas operações.

- Frequência de higienização. A frequência de higienização do circuito do CO_2, revelou-se ser insuficiente para um período anual, devendo esta ação ser semestral. Em relação aos TCFs, verificou-se uma influencia positiva do número de CIP com o bom desempenho microbiológico. Todavia, as ações de higienização mais frequentes tornam-se complicadas pois representam o aumento de custos devido ao consumo de água, solução CIP e energia. Uma ação que poderia ser aplicada, seria a alteração do programa CIP (que é igual a todos os tanques) para tempos de duração mais diminutos nos TCFs pequenos, podendo estes ser higienizados com maior frequência, sem o custo de exacerbado de água. Além disso, promover-se-ia a poupança de água pois não é imprescindível a utilização de iguais quantidades de água na lavagem de um tanque de 15 hL e de 120 hL.

Os principais desafios deste trabalho prenderam-se sobretudo com a complexidade inerente à microbiologia, no sentido em que existe uma imensidão de variáveis que podem interferir com o processo, tornando difícil a identificação das causas raiz de todos os problemas. Um outro aspeto, também relacionado com a microbiologia, diz respeito à morosidade de obtenção de resultados em relação à data de recolha, devido ao desfasamento de pelo menos 5 dias desde o momento da amostragem, não permitindo uma atuação primária do problema. Para além dos desafios no âmbito biológico do trabalho, surgiram também obstáculos a nível da engenharia e automação, no sentido em que a alteração do funcionamento dos equipamentos (nomeadamente o funcionamento de válvulas automáticas) implica modificações no sistema, problema que não é superado com facilidade.

A nível futuro, e de forma a superar os desafios laboratoriais no sentido da morosidade de resultados, a aplicação de métodos baseados na tecnologia de DNA, como a reação em cadeia da polimerase (PCR), PCR em tempo real, ou PCR combinada com métodos de hibridização colorimétricos em microplacas, pode surgir como alternativa aos métodos convencionais. Pois são técnicas que permitem não só uma deteção mais eficiente em termos de tempo, como também permitem a identificação da espécie dos organismos presentes na amostra. Esta vantagem, comparativamente à metodologia atual, possibilita uma melhor compreensão detalhada da biodiversidade das amostras e respetiva evolução das mesmas. As técnicas de PCR em tempo real, apesar dos custos associados à sua implementação, acabam por constituir a longo prazo, alternativas vantajosas no sentido de permitirem uma motorização em tempo real e redução do volume amostral (e consequentemente diminuição de quebras de extrato) (Riikka, 2009).

Em relação às instalações, a Filtração faz parte de um plano de remodelação e reestruturação que a SCC tem vindo a efetuar nos últimos tempos. Estas alterações são fundamentais na medida em que a qualidade microbiológica tem vindo a adquirir um papel cada vez mais destacado e torna-se indispensável que as instalações sejam adequadas de modo a manter a integridade da cerveja durante a produção.

Uma outra perspetiva relaciona-se com o uso de kieselguhr. Apesar da política de reaproveitamento incutida pelas indústrias cervejeiras, os consumos de kieselguhr são relativamente elevados tendo em conta o volume de produção. Derivado desta realidade, têm sido alvo de diversos estudos a procura de alternativas para adjuvantes de filtração regeneráveis, estudos que ainda se encontram sobre teses industriais (Eßlinger, 2009).

Para finalizar, a obtenção de resultados ainda mais exigentes é sem dúvida um fenómeno certo. A aspiração a resultados e desempenhos excelentes e a autenticidade da motivação dos colaboradores, permitem o alcance de resultados ótimos, resultados estes que garantem a satisfação de todos, desde o momento da produção, até ao consumo da cerveja.

"Alone we can do so little; together we can do so much"
Helen Keller (1880-1968)

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Almenar, E., Samsudin, H., Auras, R., Harte, J. (2010). Consumer acceptance of fresh blue berries in biobased packages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 1121–1128.

Andrews, W. (1992). Manuals of food quality control, Chapter 4 - Microbiological analysis. *FAO food and nutrition paper*, 14(13): 1-182.

APPC, Associação Portuguesa dos Produtores de Cerveja (2012). *A História da Cerveja – Em Portugal.* Acedido a 14 de Dezembro de 2013 em, http://www.apcv.pt/pdfs/4.Portugal.pdf

Bamforth, C. (2003). *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing* (2nd ed.). New York, Oxford University Press.

Bartram, J. & Ballance, R. (1996). Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes (1st ed.), Chapter 9 - *Analytical Quality Assurance*. London / New York, CRC Press.

Briggs, D. E. (1998). *Malts and malting* (1st ed.). London, New York, Blackie Academic.

Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., Stevens, R. (2004). *Brewing – Science and practice* (1st ed.). Cambridge / Boca Raton / Boston / New York / Washington DC, Woodhead Publishing Limited and CRC Press.

Britannica, E. (2012). "Beer: process of production". Acedido a 8 de Dezembro 2013, em http://www.britannica.com/media/full/70929

Central de Cervejas, S. A. (1995a). Controlo de Qualidade Microbiológico - *Métodos de Amostragem*. Manual Técnico Industrial, MTI 55.70.30: 4/ IV.

Central de Cervejas, S. A. (1995b). Controlo de Qualidade Microbiológico - *Métodos de Análise, Teste da Catalase*. Manual Técnico Industrial, MTI 55.75.05/ IV: 1.

Central de Cervejas, S. A. (1995c). Controlo de Qualidade Microbiológico - *Métodos de Análise*. Manual Técnico Industrial, MTI 55.75.00/ IV: 5.

Central de Cervejas, S. A. (2010). Controlo de Qualidade Microbiológico - *Métodos de Análise. Pesquisa de bactérias anaeróbias estritas (Pectinatus e Megasphaera) usando o meio NBB-Concentrate*. Manual Técnico Industrial. MTI 55.75.82 / IV: 5.

Central de Cervejas, S. A. (2013). Instrução de Trabalho, *Procedimento de acolhimento e treino de novos colaboradores e formação em novos métodos*. MIT-039-QSCC: 4.

Charantimath, P. (2009). *Total Quality Management (*3rd ed.). New Delhi, Dorling Kiendersley, p 3-7

Coelho, A. (2008). Implementação da Total Productive Maintenance (TPM) numa Empresa de Produção. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, Perfil de Manutenção e Produção, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Davies, A. (2006). High Resolution Palaeoceanography and Palaeoclimatology from Mid and High Latitude Late Cretaceous Laminated Sediments. Dissertação de doutoramento apresentada na Faculty Of Engineering, Science & Mathematics da University Of Southampton.

Dredge, M. (2012). *Don't fear the filter*. Acedido a 2 de Março de 2014, em: http://www.pencilandspoon.com/2012/02/dont-fear-filter.html

Eßlinger, H. M. (2009). *Handbook of Brewing, Processes, Technology, Markets.* Freiberg, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Fernandes, F. (2012). Melhoria dos indicadores microbiológicos em linhas de enchimento de cerveja em barril. Dissertação de mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.

Giovannucci, D., Satin, M. (2007). Food Quality Issues: understanding HACCP and other quality management techniques. *A Guide to Developing Agricultural Markets and Agro-enterprises*, 1-22.

Guelbert, M. (2008). GEM - Gestão Estratégica da Manufatura. Proposta para integração de ferramentas na produção em Médias Empresas. Dissertação de doutoramento em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

Heineken, S. C. (2007a). *Microbiological Analysis - ATP Bioluminescence swab test for hygiene monitoring*. Laboratory Standard, 02.15.08.002: 2.

Heineken, S. C. (2007b). *Microbiological Analysis - General Introduction*. Laboratory Standard, 02.15.08.001: 2.

Heineken, S. C. (2007c). *Microbiological Analysis - Laboratory Practices, Gram diferentiation fo bacteria - staining Método, KOH Método, Oxidase test.* Laboratory Standard, 02.015.06.012: 2.

Heineken, S. C. (2007d). *Microbiological Analysis - Laboratory practices, Laboratory membrane filtration technique.* Laboratory Standard, 02.015.06.004: 2.

Heineken, S. C. (2007e*). Microbiological Analysis – Sampling, Sampling Bottles.* Laboratory Standard, 02.15.02.002: 1.

Heineken, S. C. (2009a). *Assurance Standard, First Time Right defenitions and calculations.* Rules, Standards & Procedures*,* 2.

Heineken, S. C. (2009b). *Microbiological Analysis - Laboratory Practices, Analysis of process gases*. Laboratory Standard, 2.

Heineken (2009c). *Pillars and the Management Systems - Sustainability through Pillars and Management Systems*. Nederland Supply.

Heineken (2010). *A tool for understanding and applying brewery microbiology knowledge - Bacterial Identification decision tree.* Heineken Microbiological Identification Central Resource Oracle, 3.

Heineken (2012a). *Microbiology Defect Reduction*. TPM Progressive Quality Pilar*.* HMESC: 01.10.13.121: 11.

Heineken (2012b). *Quality Assurance of a Microbology laboratory.* Quality Assurance and Statistics, 6.

Herman, F. (1992). *Cleaning and Desinfection of Brewery Equipment.* International Course Malting and Brewing Science. Leuven, Katholieke Universiteit.

Hough, J. S., Briggs, D. E., Stevens, R. And Young, T. W. (1982). *Malting And Brewing Science, Volume 2* (2nd ed.). London, Chapman & Hall.

Hughes, P., Baxter, E. (2001). *Beer quality, safety and nutritional aspects*. Manchester, The Royal Society of Chemestry Paperbacks, 14-40.

Kirin Holdings (2014). Global Beer Consumption by Country in 2012. Kirin Beer University Report.

Lichota, J. (2012). *Beer statistics*. Brussels, The Brewers of Europe, 6-9.

Losic, D., Rosengarten, G., Mitchell, J. G., Voelcker, N. H. (2006). Pore Architecture of Diatom Frustules: Potential Nanostructured Membranes for Molecular and Particle Separations. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 6: 1-8.

Machado, J. (2010). Implementação do Controlo Estatístico do Processo na Sociedade Central de Cervejas S. A. Dissertação de mestrado em Engenharia de Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.

Mirshawka, V., Olmedo, N. (1994). *TPM à moda brasileira*. São Paul , Makron Books.

Mobley, K., Higgins, L., Wikoff, D. (2008). *Maintenance Engineering Handbook* (7th ed.). New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney and Toronto, McGrawHill.

Nachel, M. (2012). *Beer For Dummies*. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM* (11th ed.). Cambridge, Productivity Press.

Park, R., Rice, F., Stayner, L., Smith, R., Gilbert, S., Checkoway, H. (2001). Exposure to crystalline silica, silicosis, and lung disease other than cancer in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. *Occupational & Environmental Medicine*, 59:36–43

Rice, F., Park, R., Stayner, L., Smith, R., Gilbert, S., Checkoway, H. (2001). Crystalline silica exposure and lung cancer mortality in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. *Occupational & Environmental Medicine*, 58:38–45.

Sakamoto, K., Konings, W. (2003). Beer spoilage bacteria and hop resistance. *International Journal of Food Microbiology*, 89:105-124.

Seleções Reader's Digest (2013). *Marcas de Confiança 2013*. Especial Marcas de Confiança, 48-51.

Siragusa, G., Haas, G., Mattheus, P., Smith, R., Buhr, R., Dale, N., Wise, M. (2008). Antimicrobial activity of lupulone against *Clostridium perfringens* in the chicken intestinal tract jejunum and caecum. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 61: 853–858.

Soares, H. (2007). Globalização do Sistema de Manufatura baseado nas Estratégias de Melhoria Contínua em uma empresa do setor automotivo. Dissertação de mestrado em Engenharia Automotiva, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Sociedade Central e Cervejas e Bebidas (2013). Como se Comporta o Mercado de Cerveja, Informação comercial.

Sociedade Central e Cervejas e Bebidas (2014). Supply Chain 3.0, Alterações na Direção Geral de Operações e reflexos na estrutura da SCC.

Sociedade Central e Cervejas e Bebidas. Acedido a 16 de Fevereiro de 2014 em: http://www.centralcervejas.pt/pt.aspx

Storgårds, E. (2000). *Process hygiene control in beer production and dispensing*. VTT Publications, Technical Research Centre of Finland.

Suzuki, T. (1994). *TPM in process industries*. New York, Productivity Press.

Venkatesh, J. (2007). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). Acedido a 21 de Dezembro de 2013, em: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.pdf

Yamaguchi, C. T. (2005). TPM – Manutenção Produtiva Total. Monografia apresentada ao Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional Del-rei, São João Del Rei.

Yang, W., Purchase, E. (1985). Adverse reactions to sulfites. *Canadian Medical Association Journal*, 133: 865-867.

Zon, L., Giordano, L., Rohmer, F. (2012). *TPM Pillar Teams - The role of a Pillar and its "way of working"*. Heineken, Knowledge Item, 2.

APÊNDICES

APÊNDICES

APÊNDICE I. Plano de Ação

O Plano de Ação da Equipa (**Tabela A.1**) corresponde a uma ferramenta TPM que consiste num plano de atividades desenvolvidas pelos vários elementos da equipa no âmbito da melhoria do indicador FTR Micro BBT.

Tabela A. 1 Plano de ação da Equipa FTR Micro BBT.

#	Passo	Ação	Quem	Quando	Estado	Observações
1	1	Fazer o mapeamento /fluxograma de processo de Filtração	AF+BT	18-out	Feito	
2	1	Planear o levantamento de amostras para Sagres Zero	BT+IG	4-nov	Feito	Contaminação detetada na água de lavagem e nos TCFs
3	1	TCF 6 - levantamento de amostras	BT+IG	25-out	Feito	Incontaveis aerobias e anaerobias em todas as amostras
4	1	Limpeza de circuito de AR e CO_2 - levamtamento de amostras antes e depois	BT+IG	25-out	Feito	Antes - 55 leveduras, 2 bactéria , 1 bolor, depois - 0
5	1	Amostras de TQ de CIP, água desarejada. água recuperada. àgua das piscinas ,	BT+IG	25-out	Feito	Piscinas - péssimo; água desarejada - OK; água recuperada - má; CIP - OK
6	1	Amostras de TQ de kieselguhr	BT+IG	30-nov	Feito	Amostras do pó estao ok, faltam amostras do TQ, resultados ok
7	1	Fazer o mapeamento /fluxograma de processo de Filtração	BT+IG	25-out	Feito	
8	1	Construir matriz QA com base nas etapas de prosesso identificadas no fluxograma	BT+MC	30-nov	Feito	
9	2	Revisão de LUP 289 - limpeza dos caldeiros de kieselguhr	AF	25-out	Feito	Aguarda numeração
10	1	Rastrear os resultados micro dos TCFs, cruzar com datas de CIPs	BT	25-out	Feito	Aparentemente, não há correlação excepto que o enchimento imediatamente seguinte nunca está contaminado
11	1	Rastrear os resultados micro dos TCFs, verificar se existe tendencia maior frequência de contaminações num determinado TCF	BT	25-out	Feito	TCF 23, 25, 2, 4 e 9
12	1	Escolher 2-3 TCFs da ação 11 para o ensaio da filtração - "CIPar apos cada vasamento"	BT+ED	4-nov	Feito	TCF 23, 25, 2, 4 e 9; os resultados de 23 e 25 : resultados não aceitáveis mas são da cerveja antes da CIP; substituída pela ação 28
13	2	Colocar bacia de retenção com Topax 990 ao pé das piscinas	AF	4-nov	Feito	
14	4	Elaborar LUP sobre utilização das piscinas	ED	8-nov	Feito	Falta validar e numerar
15	3	Fazer controlo quinzenal da microbiologia do CO_2	BT	3-dez	Feito	Todos os resultados a zero desde CIP
16	3	Analisar água de enxaguamento após lavagem dos TCF de 12	BT	31-out	Feito	Água de lavagem de um dos TCF com lácticas - 2 UFC/100 mL; restantes sem crescimento
17	3	Verificar se existem tampas suplentes para pontos de amostragem	AF	4-nov	Feito	Tampas OK, faltam correntes - 11-12-13
18	4	Validação microbiológica da CIP realizada pelo Carlos Pires ao TCF 6	BT	8-nov	Feito	Eficaz
19	4	Criação da LUP sobre a limpeza do TCF 6 e respetivo circuito	AF	22-nov	Feito	
20	4	Avaliar com Luis Reis necessidade de válvula diferente para retorno CIP e para envio de cerveja do TCF 6 e como é possível eliminar uma das válvulas, de modo a permitir que troço de envio de cerveja recuperada seja CIPado.	PV	28-fev	Feito	Proposta de melhoria - colocar só uma válvula
21	3	Validar circuito de tanque de água recuperada para limpeza placas filtro e de água de esterilização	AF	22-nov	Feito	
22	3	Pedir o quadro TPM fisico para afixar os documentos da equipa na sala dos filtros na filtração - vallidar quando tivermos quadro eletrónico finalizado	ED	29-nov	Feito	não foi considerado necessário
23	3	Pedir ao Hélio os desenhos dos fircuitos de filtração (cerveja/CIP/esterilização)	ED	15-nov	Feito	
24	3	Levantamento de amostras de cervejas nos filtros e TCFs com e sem cerveja recuperada para analise do impacto de cerveja recuperada	BT	22-nov	Feito	confirmado o impacto

Tabela A. 1 Plano de ação da Equipa FTR Micro BBT (continuação).

#	Passo	Ação	Quem	Quando	Estado	Observações
25	3	Repetir análise de águas de enxaguamento, controlando igualmente a solução CIP e a água usada para o enxaguamento	BT	20-nov	Feito	
26	4	Validar e numerar LUP Piscinas	PV	22-nov	Feito	Resultados OK; avançar
27	4	Formação LUP Piscinas	BT	23-dez	Feito	Após 26
28	3	Ensaio com análise de água de enxaguamento todos os dias após CIP num dos tanques pequenos, de modo a avaliar progresso da contaminação, durante 5 dias	BT	5-dez	Feito	As primeiras amostras de água de enxaguamento dos dos TCF 2 e 5 estão contaminadas; resultados não conclusivos - parece decrescer ao longo do tempo mas pode estar afetado pela água de entrada
29	3	Análise de TCFs pequenos Sagres CIPando todos os enchimentos	BT	3-dez	Feito	Ceveja antes CIP, água enxaguamento e cerveja após CIP
30	3	Validar para que é usada circuito de adega nova para TCF 6	AF	30-nov	Feito	Validar se é usado para Radler e recuperação de fins de enchimento - não é usado já há muito pempo podemos eliminar a tubagem
31	4	Colocar as tampas e correntes para pontos de amostragem micro	AF	16-dez	Feito	
32	2	Inspecionar visualmente os TCF por dentro após CIP	AF	31-dez	Feito	Não é possível
33	4	Manter a frequência de CIP TCF 6 pelo menos 2 vezes por semana	AF	31-dez	Feito	
34	4	Rever a folha de registo de CIPs aos TCFs , incluir a a frequência de CIP TCF 6	PV	28-fev	Feito	
35	4	Fazer PM para eliminação de tubagem do circuito de adega nova para TCF 6 absoleta	AF	22-dez	Feito	
36	3	Reforçar a recolha de aguas de enxaguamento dos todos os TCFs	BT	31-dez	Feito	
37	3	Nova recolha de água do colector para enchimento, após troca das torneiras e eliminação de pontos mortos	BT	19-fev	Feito	Melhoria signficativa
38	4	Eliminar ponto morto do coletor, substituindo por curva para L6	TP	23-fev	Feito	*Loss erradication*
39	2	Verificar se existe PM anterior para aumentar diâmetro tubagem água para TT Barril; incluir eliminação de purga na tubagem e válvula de macho esférico	PV	24-fev		
40	4	Retirar ponto de amostragem obsoleto CO_2 ao pé envio para enchimento	TP	10-mar	Feito	Retirada toda a tubagem
41	3	Avaliar processo de envio para TCF 6, nomeadamente a partir de outros TCF	PV	20-fev	Feito	Ver 30
42	5	Formalizar eliminação de válvulas tamponadas do coletor de água para L2 e L3 como loss erradication	PV	28-fev		Loss erradication - aguardar por melhoria da L2
43	5	Avaliar resultados de água enxaguamento nos painéis após remoção de troço morto do coletor de água para enchimento e eliminação das válvulas tamponadas	BT	28-fev	Feito	
44	2	Limpeza com Ansep CIP (2 semanas)	RM	7-fev	Feito	
45	3	Analisar solução metabissulfito - pode ficar 3 filtrações sem mudança de solução	BT	28-fev	Feito	Problema parece estar ligado não ao tanque mas a troço que não é limpo
46	3	Avaliar microbiologicamente sistema de dosagem de óleo de lúpulo e de metabissulfito	BT	28-fev	Feito	
36	3	Fazer análise 5 porquês para contaminação TCF 6	BT + MC	10-abr	Feito	
37	3	Avaliar evolução dos resultados microbiológicos da cerveja em TCF pequenos em função dos dias de permanência	BT	17-abr	Feito	
38	5	Cruzar frequência CIP com resultados micro (aeróbios e anaeróbios) por TCF	BT	10-abr	Feito	
39	5	Investigar causa da potencial contaminação da água no painel para L2	BT	10-abr		Causa não determinada
40	4	Elaborar proposta de melhoria para alteração do ponto de purga do tanque de metabissulfito. Confirmar se eletroválvula só abre com bomba em funcionamento e se bomba pode ser atravessada no sentido inverso	TS	17-abr	Feito	
41	4	Alterar frequência de higienização da tubagem de CO_2 para semestral	PV	17-abr	Feito	
42	4	Actualizar Instruções de Trabalho da Secção. Criar IT para Produção de Sagres Radler e Envio de cerveja de TCF para cisternas	BT+MC+TS	11-jun	Feito	
45	6	Criar Checklist e Fluxograma de deteção de defeitos	BT	11-jun	Feito	

APÊNDICE II. Auditorias Internas

As auditorias internas realizadas permitiram a avaliação do trabalho desenvolvido pela equipa ao longo do tempo. Na **Figura A.1**, encontra-se o *template* e a avaliação atribuída nestas equipas (apresentado de uma forma simplificada).

EFESO Consulting — A SOLVING GROUP COMPANY

Auditoria Equipas de Melhorias

TPM

Team	FTR Micro TCF	Lançamento data	03-out-13	Audit data	

	Start	Tar	Current
Project cost (K€)	-	0	0
Savings (K€ / year)	-	0	

Pontos críticos a serem reportados ao Steering comittee

	Target score	
ed Steps	2	5
al Steps	3	5

		No.	Items	Score	4	9	15	20	25	30	35
P	Equipa	1	A folha com a identificação dos componentes do grupo está visível?	1	x	x	x	x	x	x	x
		2	Cada componente do grupo tem uma responsabilidade clara dentro do projeto?	1	x	x	x	x	x	x	x
Planeamento	Relação com o negócio	3	Está claro por que foi escolhido o problema? Existe uma relação com os KPIs da cervejaria ou da área?	4	x	x	x	x	x	x	x
		4	Estão claros os custos da perda e os benefícios do projeto e com os KPI's do pilar? Estes estão atualizados?	4		x	x	x	x	x	x
	Indicadores de desempenho	5	O histórico é claramente visível (período de tempo e valor atual)?	1	x	x	x	x	x	x	x
		6	O objetivo do indicador de desempenho está claramente identificado (período e valor?)	1	x	x	x	x	x	x	x
		7	O indicador de desempenho é dividido em sub-indicadores (onde necessário) ?	1		x	x	x	x	x	x
	Roteiro e Master Plan	8	O roteiro e o master plan estão claramente identificados e atualizados?	2	x	x	x	x	x	x	x
			Available score	15	10	15	15	15	15	15	15
D	Aplicação da metodologia e análise do problema	9	O objetivo de cada passo está claro?	1		x	x	x	x	x	x
		10	O objetivo de cada passo foi dividido em atividades específicas?	1	x	x	x	x	x	x	x
		11	Para entender o problema foram utilizadas análises (qualitativas) das causas raiz? Estão bem documentadas?	1	x	x	x	x	x	x	x
		12	As causas identificadas do problema foram verificadas e quantificadas com dados ?	1		x	x	x	x	x	x
Implementação		13	A coleta de dados foi desenvolvida igualmente entre todos os turnos? Foram coletados todos os detalhes?	1	x	x	x	x	x	x	x
		14	O grupo usou os métodos/instrumentos corretos para atacar os problemas ?	2			x	x	x	x	x
		15	A análise da re-ocorrência foi realizada e está atualizada?	1					x	x	x
		16	São realizadas e seguidas as análises de cada problema?	1		x	x	x	x	x	x
	Acções / definição das contramedidas	17	O grupo encontrou contramedidas lógicas para as causas raízes identificadas e definiu as ações coerentemente?	2			x	x	x	x	x
		18	Foram restabelecidas as condições básicas das áreas críticas?	3		x	x	x	x	x	x
	Plano de acção e execução	19	As ações planeadas foram claramente identificadas e os prazos definidos?	5	x	x	x	x	x	x	x
		20	Existe um responsável para cada acção?	2	x	x	x	x	x	x	x
		21	O plano de acção está atualizado?	2	x	x	x	x	x	x	x
		22	A maior parte das acções são concluídas no prazo?	3	x	x	x	x	x	x	x
		23	As ações implementadas são evidentes (LUP, foto, padrão, modificações...)?	4					x	x	x
			Available score	30	15	21	25	25	30	30	30
C	Controlo/resultados	24	A tendência do indicador de desempenho é boa (soluções eficazes)?	15	x	x		x	x	x	x
		25	O grupo alcançou o objetivo ou fez considerável progresso em direção ao mesmo?	15				x	x	x	x
			Available score	30	15	15	-	30	30	30	30
A	Padrão	26	Foram criados procedimentos para garantir os resultados obtidos?	2							x
		27	O sistema de monitoramento (check list, formulários, auditorias...) para as ações chave estão em andamento e são visíveis?	2			x	x	x	x	x
		28	Os formulários/instrumentos para o sistema de monitoramento são utilizados e atualizados?	2			x	x	x	x	x
Padronização	LUP	29	Foram criadas LUPs/SOP para cada melhoria significativa?	2							x
		30	Existe uma matriz de treinamento para as LUPs/SOP utilizadas e um plano de treinamento para as pessoas envolvidas?	2							x
	Condições gerais da linha / máquina	31	Foram criados padrões de limpeza, inspeção e lubrificação para as áreas críticas? As auditorias destes padrões atingem pelo menos 90% da pontuação total?	3							
		32	O local de trabalho está bem organizado (5S)?	1							
		33	As melhorias realizadas na máquina são evidentes?	1							x
			Available score	15	-	-	4	4	4	4	11
Envolvimento		34	O roteiro da metodologia a ser seguida é claro para todos os componentes do grupo?	5	x	x	x	x	x	x	x
		35	Todos os componentes do grupo são capazes de explicar o projecto no quadro?	3	x	x	x	x	x	x	x
		36	O grupo está fazendo reuniões periódicas?	2	x	x	x	x	x	x	x
			Available score	10	10	10	10	10	10	10	10
			Total	100	50	61	54	84	89	89	96
			Target	100	33	56	58	77	79	85	100

Figura A.1 Resultados da avaliação das auditorias internas realizadas ao trabalho da Equipa .

APÊNDICE III. Etiquetas abertas e fechadas na Filtração

Uma das atividades que comportam o Passo 2 da Rota de Redução de Defeitos Microbiológicos, diz respeito à abertura de etiquetas respeitantes a anomalias no processo. As etiquetas abertas na Filtração que podem influenciar o comportamento microbiológico da cerveja nos tanques e as etiquetas relativas à segurança, encontram-se detalhadas na **Tabela A.2**.

Tabela A.2 Etiquetas registadas na Filtração, entre as semanas 42 de 2013 e a semana 23 de 2014.

N.º Etiqueta	Aberta a	Fechada a	Descrição	N.º Etiqueta	Aberta a	Fechada a	Descrição
320015091	10-10-2013	14-10-2013	Sensor nº4 não funciona	320016275	07-01-2014	11-01-2014	TCF 16
320015138	14-10-2013	14-10-2013	Sensor CO_2 nº6	320016277	07-01-2014	15-01-2014	Manómetros TCFs ACF1
320015250	21-10-2013	21-10-2013	Rampa acesso adegas 1+2 escorrega	320016278	07-01-2014	10-01-2014	Sistema arrefecimento Carboblender F3
320015374	28-10-2013	27-12-2013	Chão entrada filtração	320016298	09-01-2014	17-02-2014	Fuga de água na válvula envio LR
320016299	09-01-2014	16-05-2014	Válvula CO_2 presa e com fuga	320016300	09-01-2014	16-05-2014	Válvula envio água L3 com fuga
320016301	09-01-2014	16-05-2014	Válvula obsoleta com fuga	320016332	10-01-2014	11-02-2014	Pressostato da bomba tanque água recuperada
320016302	09-01-2014	16-05-2014	Fuga de CO_2 na válvula	320016364	12-01-2014	13-01-2014	Bomba pré-camada
320016762	13-02-2014		Pé da Escada	320016365	12-01-2014	13-01-2014	Manga filtro3
320017000	07-03-2014		Chão danificado adega 2	320016371	13-01-2014	15-01-2014	Fuga pelo torniquete TCF 15
320017060	12-03-2014	15-05-2014	Chão Esgoto TCFs 12-13	320016392	15-01-2014	15-01-2014	Tampa bomba pré-camada com furo
320017144	18-03-2014	04-04-2014	Manómetro rede CO_2 3º andar	320016430	17-01-2014	17-01-2014	Bomba pré-camada
320017919	24-04-2014		Interruptor iluminação ACF2 avaria	320016432	17-01-2014	27-01-2014	Válvula F2 Painel 1 ACF1
320018129	08-05-2014		Fuga de CO_2 tubagem Narthan	320016434	17-01-2014	27-01-2014	Bomba de CIP ACF2
320018130	08-05-2014	08-05-2014	Tampa vál.anti vácuo partida	320016452	20-01-2014	11-02-2014	Caudilimetro agua filtro 2
320018159	09-05-2014	02-06-2014	Tubagem CO_2	320016542	25-01-2014	27-01-2014	Válvula coletor envio
320018160	09-05-2014	02-06-2014	Fuga CO_2 no caldeiro F3	320016543	25-01-2014	27-01-2014	Válvula circuito c
320018161	09-05-2014	02-06-2014	Fuga CO_2 no tanque terras F1	320016551	27-01-2014	07-02-2014	Bombas cip
320018199	13-05-2014		Corredor 1º andar ACF1 interruptor	320016632	03-02-2014	04-02-2014	Tubo Cip Narthan
320018200	13-05-2014		Fuga CO_2 contrapressão narthan	320016657	06-02-2014	17-02-2014	Válvula chegada T25+26 coletor enchimento
310020178	21-10-2013		Carboblender 3 filtração	320016667	07-02-2014	07-02-2014	Bomba kiselghur manga rota
310020213	24-10-2013		Carboblender 3 filtração	320016700	11-02-2014	14-02-2014	TCF 9 Porta do homem
310020258	30-10-2013		Carboblender nº2	320016701	11-02-2014	14-02-2014	TCF 8 Pera Lavagem
310020764	02-01-2014		Filtro 1	320016702	11-02-2014	11-02-2014	Cabrinha envio cerveja linhas
310020868	13-01-2014		Manga bomba bredel filtro 3	320016747	13-02-2014	09-05-2014	Tubagem agua desarejada Painel 6
310020907	15-01-2014		Tampa bomba pré-camada rota	320016761	13-02-2014	14-05-2014	Válvula pressão filtro 2
310021088	02-02-2014		Filtração	320016776	13-02-2014	15-05-2014	TCF 18 danificado
310021133	06-02-2014		Filtração tratamento de águas	320016804	17-02-2014	25-02-2014	Tampa bomba pré-camada com furo
310021140	07-02-2014		Manga bomba bredel linha3	320016999	07-03-2014	10-03-2014	Membrana da balança danificada
310021154	10-02-2014		Filtro 3	320017006	07-03-2014	10-04-2014	Válvula (manifold) dá passagem
310021207	13-02-2014		Filtração	320017142	18-03-2014	19-03-2014	Visor de cerveja F2
310021276	21-02-2014		Válvula v9 filtro nº1	320017227	24-03-2014	24-03-2014	Válvula bomba pré-camada dá passagem
310021442	17-03-2014		Filtração Arrefecedor de Água	320017402	31-03-2014	31-03-2014	Válvula. filtro 3/painel 3 dá passagem
310021540	28-03-2014		Carboblender nº3 sonda temperatura	320017403	31-03-2014	31-03-2014	Válvula. retorno CIP painel 5 não abre
310021725	15-04-2014		Tratamento águas V203	320017404	31-03-2014	31-03-2014	Válvula retorno lavagem do tanque dá p
310021770	21-04-2014		Tanque soda não aquece	320017466	02-04-2014	04-04-2014	Válvula de purga F3 não abre
310022161	22-05-2014		Bomba kiselgur filtro nº3	320017467	02-04-2014	08-04-2014	Fuga no permutador frio
320015031	07-10-2013	12-11-2013	Placa filtrante	320017574	07-04-2014	15-05-2014	Sonda 2 Sala filtros
320015032	07-10-2013	07-10-2013	Vedante válvula envio L3	320017575	07-04-2014		Válvula agua desarejada filtros
320015034	07-10-2013	07-10-2013	Válvula pré-camada f 2	320017585	07-04-2014	08-04-2014	Visor partido TCF2
320015035	07-10-2013	07-10-2013	Visor tubagem envio L3	320017586	07-04-2014	08-04-2014	Válvula TCF 8
320015087	10-10-2013	04-12-2013	Painel nº6 empenado	320017663	09-04-2014	09-04-2014	Válvula agua desarejada manifold
320015089	10-10-2013	14-10-2013	Visor TCF 9 partido	320017670	09-04-2014	14-04-2014	Tampa bomba pré-camada linha2

Tabela A.2 Etiquetas registadas na Filtração, entre as semanas 42 de 2013 e a semana 23 de 2014 (continuação).

N.º Etiqueta	Aberta a	Fechada a	Descrição	N.º Etiqueta	Aberta a	Fechada a	Descrição
320015125	14-10-2013	07-01-2014	Mangueira filtro 3	320017671	09-04-2014	14-04-2014	bomba pre camada linha 3
320015202	17-10-2013	04-11-2013	Tampões coletor envio enchimento	320017723	11-04-2014	11-04-2014	- Válvula reguladora
320015238	19-10-2013	23-10-2013	Válvula.retenção circuito ar fuga	320017789	15-04-2014	23-04-2014	Válvula CIP Wil-indag partida
320015239	19-10-2013	21-10-2013	Válvula bomba pré-camada com fuga	320017790	15-04-2014	07-05-2014	Entrada lavagem TCF11
320015372	28-10-2013	15-05-2014	Placa sala de filtros passa água	320017865	22-04-2014	09-05-2014	Fuga tubagem cip filtros
320015633	11-11-2013	18-11-2013	Visor para purga de cerveja	320017920	24-04-2014	02-05-2014	Válvula chegada paines ACF2 avariadas
320015711	14-11-2013	20-11-2013	Agitador partido	320017989	28-04-2014	30-04-2014	Visor partido do TQ Trimeta DUO
320015732	14-11-2013	18-11-2013	Válvula.purga colector baixo	320017990	28-04-2014	02-05-2014	Válvula a perder cerveja
320015733	14-11-2013	18-11-2013	Válvula.coletor água enchiemnto	320018030	02-05-2014	13-05-2014	Eletroválvula F3
320015734	14-11-2013	18-11-2013	Válvula colector envio filtração c/fuga	320018128	08-05-2014	08-05-2014	Manómetro chegada vapor tanque CIP
320015751	18-11-2013	16-05-2014	Fenda tubagem filtro 2	320018156	09-05-2014	15-05-2014	-junta da válvula TF2 danificada
320015795	21-11-2013	04-12-2013	Fuga de cerveja no TCF 15	320018194	13-05-2014	16-05-2014	Válvula TCF 2
320015796	21-11-2013	10-01-2014	TCF 18 está quebrado	320018223	14-05-2014	02-06-2014	Vedantes bocas painéis filtração
320015797	21-11-2013	17-01-2014	Válvula do WINDAG dá passagem	320018282	20-05-2014	23-05-2014	Circuito CIP bomba metasulfitos
320015803	21-11-2013	27-11-2013	Tampas micro dos TCF´s	320018289	20-05-2014		Fuga coletor envio água filtração
320015845	25-11-2013	26-11-2013	Substituição filtros AR/CO_2	320018370	27-05-2014		Quadro filtro 3
320015878	27-11-2013	09-12-2013	Válvula enxaguamento dos TCF´s	320018456	30-05-2014		Presostato F3
320015879	27-11-2013	09-12-2013	Válvula descarga do TCF 19 dá passagem	320018457	30-05-2014	05-06-2014	Tampa Bomba Pré Camada
320015913	02-12-2013	04-12-2013	CIP Soda	320018475	02-06-2014		Fuga tubagem escape do TCF 12
320016013	09-12-2013	17-12-2013	Válvula. 37 recuperada do TCF6 com fuga	320018476	02-06-2014	05-06-2014	Aparelho turbidimetro f2 não funciona
320016063	12-12-2013	17-02-2014	Fuga cerveja F2 chegada painel 6	320018528	05-06-2014		Tubagem cerveja recuperada barris
320016121	17-12-2013	17-12-2013	Válvula TFC 22	320018534	05-06-2014		-bomba lavagem tanques ACF 1 e 2
320016122	17-12-2013	17-12-2013	Manometro TCF 15	320018535	05-06-2014	05-06-2014	Válvula cabrinhas dão passagem

APÊNDICE IV. Matriz QA

A Matriz QA preliminar da Filtração (**Tabela A.3**), consta na análise e avaliação dos possíveis riscos e problemas associados ao processo de Filtração em termos microbiológicos, para que deste modo seja possível definir qual a origem dos defeitos.

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (simplificada).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
1	Cerveja já contaminada da guarda	Material	5	A cerveja já vem contaminada da guarda chegando à Nathan igualmente contaminada	Dados históricos de guarda	Resultados da guarda em 2013 não têm correlação com o FTR Micro TCF	Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Mangueira suja por CIP incorrecta	Máquina	2	As mangueiras apresentam contaminação após CIP, devido à degradação do interior da mangueira	Bioluminescência		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Mangueira suja por CIP incorrecta	Homem	2	Mangueiras contaminadas devido a operação incorreta	Bioluminescência		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Mangueira suja por CIP incorrecta	Método	2	Mangueiras contaminadas devido ao método de CIP ser inadequado ou frequência de limpeza não suficiente	Bioluminescência / Verificação contra standard		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Mangueira suja devido a contacto com ar ambiente	Método	2	A exposição ao ar ambiente ou quando depositadas no chão é propícia ao desenvolvimento de contaminação microbiológica nas mangueiras	Observação directa	Mangueiras expostas ao ar ambiente sem qualquer proteção	Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Tubo fixo sujo por CIP incorrecta	Máquina	2	Desenho higiénico deficiente da tubagem	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Tubo fixo sujo por CIP incorrecta	Homem	2	Tubagens contaminadas devido a operação incorreta	Bioluminescência		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Tubo fixo sujo por CIP incorrecta	Método	2	Tubagens contaminadas devido ao método de CIP ser inadequado	Bioluminescência	Não existe método para limpeza Nathan - ausência de LUP ou IT	Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Lanternas sujas por CIP incorrecta	Máquina	2	Desenho higiénico deficiente das lanternas	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Lanternas sujas por CIP incorrecta	Homem	2	Lanternas contaminadas devido a operação incorreta	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Lanternas sujas por CIP incorrecta	Método	2	Lanternas contaminadas devido ao método de CIP ser inadequado	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Detectores bolhas obsoletos como possível ponto de infeção	Máquina	2		Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Juntas das válvulas das lanternas com fugas	Máquina	2	Contaminação das válvulas das lanternas devido à degradação das juntas provocando fugas	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Painéis de circuitos das lanternas sem tampa	Máquina	2		Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
1	Troços fixos com soldaduras "não higiénicas"	Máquina	2	Desenho higiénico deficiente das soldaduras	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Juntas das válvulas da entrada na Nathan com fuga	Máquina	2	Existem fugas nas juntas das válvulas da Nathan que podem ser foco de contaminação	Limpeza inicial e posterior observação	Não foram confirmadas fugas	A sujidade observada inicialmente era devido a falta de limpeza
2	Nathan mal higienizada (CIP)	Máquina	2	Contaminação devido à possível presença de fugas, degradação do material	Recolha de amostras microbiológicas/bioluminescência antes e após lavagem. Recolha diária após a lavagem. Observação directa da presença de fugas		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Nathan mal higienizada (CIP)	Homem	2	Tanque contaminado devido a operação incorreta	Recolha de amostras microbiológicas/bioluminescência antes e após lavagem. Recolha diária após a lavagem		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Nathan mal higienizada (CIP)	Método	2	Contaminação devido a método de CIP inadequado ou a uma frequência de limpeza não suficiente	Recolha de amostras microbiológicas/bioluminescência antes e após lavagem. Recolha diária após a lavagem		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
2	Circuito de nível do Nathan mal higienizado	Máquina	2	Contaminação devido a método de CIP inadequado ou a uma frequência de limpeza não suficiente.	Recolha de amostras microbiológicas antes e após lavagem.		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Circuito de nível do Nathan mal higienizado	Homem	2	Tanque contaminado devido a operação incorreta	Recolha de amostras microbiológicas antes e após lavagem.		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Circuito de contrapressão (envio de CO_2 vaporizado) contaminado	Método	2	Contaminação devido a método de CIP inadequado ou a uma frequência de limpeza não suficiente. Possível acumulação de cerveja originando biofilmes	Recolha de amostras microbiológicas/biolumi nescência antes e após lavagem.		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Circuito de contrapressão (envio de CO_2 vaporizado) contaminado	Máquina	2	Ineficácia dos filtros de CO_2	Observação directa		Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Circuito de contrapressão contaminado	Máquina	2	Circuito de CO_2 pode conter fugas	Observação directa	Não se verificou a presença de fugas nestes circuítos	Sem impacto
2	Circuito de contrapressão contaminado	Método	2	Circuito de CO_2 é limpo anualmente. Frequência de limpeza não é suficiente	Recolha microbiológica de amostras de CO_2	Apenas se verificou contaminação antes da limpeza.	Aumentar frequência de limpeza dos circuitos
2	Bypass para CIP Nathan funciona como troço morto	Máquina	2	Existência de troço morto que pode ser foco de contaminação	Verificação através de consulta do esquema do circuito	Não é um troço morto mas sim tubagem de CIP de Nathan	Sem impacto. Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
2	Tanque e tubagem obsoletas ligadas ao circuito de CIP da Nathan (troço morto)	Máquina	2	Existência de troço morto que pode ser foco de contaminação	Verificação através de consulta do esquema do circuito	Não é um troço morto mas sim tubagem de CIP de Nathan	Sem impacto
3	Fuga em vedantes das válvulas manifold	Máquina	2	Existem fugas nas juntas das válvulas Manifold que podem ser foco de contaminação	Limpeza inicial e posterior observação	Não foram confirmadas fugas	A sujidade observada inicialmente era devido a falta de limpeza
3	CIP ineficaz da tubagem Nathan-Arrefecedor	Máquina	2	Contaminação devido a mau funcionamento da CIP	Recolha de amostras microbiológicas da água quente no tanque de origem e na saída do filtro de placas Recolha de água fria de enxaguamento (barrilete) à saída do filtro de placas	Resultados OK	Sem impacto
3	CIP ineficaz da tubagem Nathan-Arrefecedor	Homem	2	Contaminação devido a CIP não eficaz por má operação	Recolha de amostras microbiológicas da água quente no tanque de origem e na saída do filtro de placas Recolha de água fria de enxaguamento (barrilete) à saída do filtro de placas	Resultados OK	Sem impacto
3	CIP ineficaz da tubagem Nathan-Arrefecedor	Método	2	Contaminação devido a CIP não eficaz devido a programa incorreto	Recolha de amostras microbiológicas da água quente no tanque e na saída do filtro Recolha de água fria de enxaguamento (barrilete) à saída do filtro de placas	Resultados OK	Sem impacto
3	Existência de troços mortos no manifold	Máquina	5	Troços mortos possibilitam contaminação através acumulação de cerveja e de pouca ação mecânica da CIP.	Observação directa	Ponto morto: troço válvula 6 (envio de cerveja TCF 6 para manifold) não é higienizado	Mesmo que não se confirme o impacto em termos de contaminação, em virtude da redução pelo filtro, este troço deve ser eliminado
3	Troços fixos com soldaduras "não higiénicas"	Máquina	2	Soldaduras não higienicas podem ser introdutórias de contaminação	Observação directa	OK	Sem impacto
4	Higienização deficiente por CIP incorrecta	Máquina	2	Contaminação devido a mau funcionamento da CIP	Recolha de amostras microbiológicas da água quente no tanque de origem e na saída do filtro de placas Recolha de água fria de enxaguamento (barrilete) à saída do filtro de placas	Resultados OK	Sem impacto
4	Higienização deficiente por CIP incorrecta	Homem	2	Contaminação devido a CIP não eficaz	Recolha de amostras microbiológicas da água quente no tanque de origem e na saída do filtro de placas Recolha de água fria de enxaguamento (barrilete) à saída do filtro de placas	Não foi detectada contaminação nas águas quentes recolhidas, mas foi detectada contaminação na água fria (barrilete) de enxaguamento final	CIP não eficaz devido a contaminação da água final de enxaguamento (problema transversal a todas as equipas micro)
4	Higienização deficiente por CIP incorrecta	Método	2	Método desadequado, conduz higienização não eficiente	Método OK		Sem impacto

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
4	Integridade de placas e juntas	Máquina	2	Placas e juntas sem integridade podem comprometer a cerveja em termos microbiologicos	Certificado de analise de todos os lotes e inspeção visual	OK	Passo posterior (filtração por kieselguhr) reduz contaminação a níveis aceitáveis
5	Contaminação do pó Kieselguhr e saco	Homem	2	Pó Kieselguhr contaminado já devido a má manipulação ou facto do saco se encontrar no chão.	Recolha de amostras microbiológicas	Não foi observada contaminação	A manipulação do pó de kieselguhr não introduz contaminação
5	Contaminação do pó Kieselguhr e saco	Material	2	Pó Kieselguhr contaminado já desde a embalagem. Humidade da sala pode corromper a integridade do saco	Recolha de amostras microbiológicas	Não foi observada contaminação	A manipulação do pó de kieselguhr não introduz contaminação
5	Higienização deficiente dos tanques de Kieselguhr	Máquina	2	Contaminação devido a CIP não eficaz. Porta do tanque aberta pode influenciar grau de contaminação	Bioluminescência/ Recolha de amostras microbiológicas	Bioluminescência fora de especificação no interior do tanque, após higienização. No entanto, não foram detectadas bactérias nem leveduras.	Operação de higienização eficaz
5	Higienização deficiente dos tanques de Kieselguhr	Homem	2	Contaminação devido a operação de higienização incorrecta.	Bioluminescência/ Recolha de amostras microbiológicas	Bioluminescência fora de especificação no interior do tanque, após higienização. No entanto, não foram detectadas bactérias nem leveduras.	Operação de higienização eficaz
5	Higienização deficiente dos tanques de Kieselguhr	Método	2	Contaminação devido a CIP não eficaz. Porta do tanque aberta depois da higienização pode influenciar grau de contaminação	Bioluminescência/ Recolha de amostras microbiológicas	Bioluminescência fora de especificação no interior do tanque, após higienização. No entanto, não foram detectadas bactérias nem leveduras.	Operação de higienização eficaz
5	Adição de kieselguhr pela porta do tanque	Método	2	Aquando a adição de pó Kieselguhr, a parte exterior do saco (que se encontrava armazenado no chão) entra em contacto com esta superifíe	Recolha de amostras microbiológicas	Caldeirada não revela contaminação	Sem impacto
5	Solução Kieselguhr contaminada	Máquina	2	Solução Kieselguhr contaminada devido a circuíto de entrada de água desarejada estar contaminado. Porta do tanque aberta pode influenciar contaminação	Recolha de amostras microbiológicas	Não foi observada contaminação	A manipulação do pó de kieselguhr não introduz contaminação
5	Válvulas à entrada, nível do tanque de kieselguhr sem design higiénico	Máquina	2	O design não higienico do equipamento pode ser fonte de contaminação pois a higienização não é eficaz	Observação directa		Elaboração de LUP 1295
5	Circuíto de cerveja para o filtro (troço morto)	Máquina	2	Presença de troços mortos pode promover acumulação de cerveja e consequentemente contaminação	Observação directa	Não foi verificada a existência de troços mortos.	Sem impacto
5	Bypass à CIP à entrada do filtro (troço morto)	Máquina	2	Presença de troços mortos pode promover acumulação de cerveja e consequentemente contaminação	Observação directa		Remoção de troço morto. Problema solucionado
5	Caudalímetros sem design higiénico	Máquina	2	O design não higienico do equipamento pode ser fonte de contaminação pois a higienização não é eficaz	Observação directa		Caudalimetros substituidos
5	Manómetros à entrada e saída dos filtros sem design higiénico	Máquina	2	Presença de troços mortos pode promover acumulação de cerveja e consequentemente contaminação	Observação directa		Substituíção dos manómetros. Problema solucionado
5	Soldaduras em mau estado conduzem a acumulação de sujidade	Máquina	2	Soldaduras em mau estado podem provocar a acumulação de sujidade e consequentemente o aumento da carga microbiana.	Obeservação directa	Não se verifica	Sem impacto
5	Fugas em vedantes das juntas (ex.: válvula purga filtro 3)	Máquina	2	Presença de fugas que podem promover contaminação	Obeservação directa		Remoção de troço morto. Problema solucionado
5	Esterilização ineficaz do Bypass (tubo fixo)	Homem	2	Higienização deficiente da tubagem por operação CIP incorrecta	Observação directa	Operação de acordo com instruções de Trabalho IT24/50/04	Sem impacto
5	Esterilização ineficaz do Bypass (tubo fixo)	Método	2	Higienização deficiente da tubagem por operação CIP incorrecta	Observação do histórico de resultados	Verifica-se especificação de resultados	Sem impacto
5	Tanque de água recuperada contaminado	Máquina	2	Higienização deficiente do tanque de água recuperada por CIP ineficaz. Circuítos de recuperação de água podem introduzir contaminação.	Recolha de amostras microbiologicas do tanque de água recuperada	Água apresenta contaminação bacteriana	Passo de esterilização dos filtros reduz nível de contaminação
5	Tanque de água recuperada contaminado	Homem	2	Higienização deficiente do tanque de água recuperada por operação CIP incorrecta	Recolha de amostras microbiologicas do tanque de água recuperada	Água apresenta contaminação bacteriana	Passo de esterilização dos filtros reduz nível de contaminação
5	Tanque de água recuperada contaminado	Método	2	Higienização deficiente do tanque de água recuperada por CIP ineficaz ou frequência de higienização não suficiente	Recolha de amostras microbiologicas do tanque de água recuperada	Água apresenta contaminação bacteriana	Passo de esterilização dos filtros reduz nível de contaminação
5	Água de lavagem dos filtros contaminada	Material	2	Uso de água recuperada (contaminada) para remoção de kieselguhr.	Recolha de amostras microbiologicas do tanque de água recuperada	Água apresenta contaminação bacteriana	Passo de esterilização dos filtros reduz nível de contaminação
5	Esterilização ineficaz dos filtros	Homem	8	Filtros contaminados devido a operação de esterilização incorreta	Observação directa / verificação de registos esterilização	Até ao momento não se verificou	Manobra Manual, se o método não for cumprido, pode ter impacto significativo

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
5	Esterilização ineficaz dos filtros	Máquina	2	Filtros contaminados devido ao método de esterilização ser inadequado graças a problemas no filtro	Observação directa	Resultados OK	verificação constante do bom desempenho do equipamento
5	Esterilização ineficaz dos filtros	Método	2	Filtros contaminados devido ao método de esterilização ser inadequado	Historico de resultados Ok	OK	Metodo de acordo com STD Heineken
5	Esterilização ineficaz dos filtros	Material	2	Água de esterilização contaminada. Pode não posuir temperatura suficiente para eliminar microorganismos	Historico de resultados Ok	OK	Sem impacto
5	Estado deteriorado dos quadros	Máquina	2	Quadros deteorados podem comprometer o processo de filtração	Verificação do estado das placas no fim de ciclo / verificar pressão dos filtros com regularidade (hora em hora)	Caso se verifiquem anamalias, placas são substituidas	Sem impacto, tem Trap filtro posterior
5	Filtração ineficaz	Homem	2	Filtração por kieselguhr não remove contaminação, devido a falta de Kieselguhr ou troca de tipo do mesmo	Recolha de amostras microbiológicas à saída dos filtros, comparação com resultados de amostras das adegas/narthan	Não se verifica presença de contaminação microbiológica sistemática.	Filtração quase sempre eficaz
5	Fuga em vedantes à saída do filtro 1	Máquina	2	Fugas podem promover contaminação	Observação directa	Resultados OK	Problema solucionado
5	Troço morto na válvula reguladora de caudal à saída dos filtros	Máquina	2	Presença de troços mortos pode promover acumulação de cerveja e consequentemente contaminação	Observação directa		Remoção de troço morto. Problema solucionado
5	Fuga de cerveja nas juntas dos quadros do filtro	Máquina	2	Fugas de cerveja nas juntas dos quadros podem promover contaminação	Observação directa	Antes do arranque dos filtros é verificada a presença de fugas. Caso seja, o problema é resolvido de modo a não comprometer o preocesso de filtração.	Sem impacto
6	Óleo de Lúpulo e metabissulfito contaminados	Material	2	Óleo de lúpuloe metabissulfito contaminados dentro do recipiente de origem.	Recolha de amostras microbiológicas	Sem contaminação microbiológica	Óleo de lúpulo e metabissulfito não são fonte de contaminação
6	Higienização deficiente do tanque de aroma e metabissulfito	Homem	2	Tanques contaminados devido a operação de higienização incorreta	Bioluminescência/ Recolha de amostras microbiológicas	Amostras recolhidas à saída do tanque não revelam contaminação	Tanques bem higienizados
6	Higienização deficiente do tanque de aroma e metabissulfito	Máquina	2	Tanques contaminados devido ao método de esterilização ser inadequado	Bioluminescência/ Recolha de amostras microbiológicas	Amostras recolhidas à saída do tanque não revelam contaminação	Tanques bem higienizados
6	Higienização deficiente do tanque de aroma e metabissulfito	Método	2	Tanques contaminados devido ao método de esterilização ser inadequado	Bioluminescência/ Recolha de amostras microbiológicas	Amostras recolhidas à saída do tanque não revelam contaminação	Tanques bem higienizados
6	Tanque de aroma de lúpulo com vestígios de produto	Máquina	2	No interior do tanque verifica-se a presença de um composto agarrado às paredes que não saí com AnsepCIP	Observação directa		Sem impacto
6	Tanque de aroma de lúpulo com vestígios de produto	Método	2	Metodologia de remoção/limpeza deste composto agarrado às paredes com AnsepCIP não é eficaz	Observação directa		Sem impacto
6	As tubagens de injeção de aromas estão sempre em carga com a cerveja por não haver válvulas de retenção - formam os troços mortos durante ciclo de filtração	Máquina	5	A presença de troços mortos nos circuítos de injeção de aroma provoca estagnação do produto a adicionar à cerveja e consequentemente maior probabilidade de contaminação. Problema agravado devido ao facto desta adição ser realizada em cervejas mais vulneráveis à contaminação microbiológica	Observação directa		Ocorre a esterilização destes circuítos cada vez que o filtro é esterelizado.
7	Água tratada descarbonatada vem contaminada da cisterna	Material	2	Matéria prima contaminada pode introduzir contaminação na cerveja	Recolha de amostras microbiológicas		Passo posterior (passagem de água por radiação ultra-violeta) reduz contaminação a níveis aceitáveis
7	Estado deteriorado dos cartuchos de água	Máquina	2	Cartuchos de água deteriorados não realizam filtração eficiente. Caso haja contaminação, esta pode não ser resolvida.	Recolha de amostras microbiológicas		Passo posterior (passagem de água por radiação ultra-violeta) reduz contaminação a níveis aceitáveis
7	Sistema desinfeção da água descarbonatada por sistema UVs não eficaz	Máquina	2	Radiação UV não suficiente para eliminar contaminação	Recolha de amostras microbiológicas de águas de saída dos UV	Contaminação rara	Necessária verificação regular do correcto funcionamento do aparelho
7	Sistema desinfeção da água descarbonatada por sistema UVs não eficaz	Homem	5	Desinfeção UV não eficaz por aparelho de emissão UV desligado	Recolha de amostras microbiológicas de águas de saída dos UV	Contaminação rara	Necessária verificação regular do correcto funcionamento do aparelho

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
7	Bypass dos Uvs forma troço morto	Máquina	5	O Bypass corresponde a um equipamento alternativo quando ocorre algum problema no sistema de UV. A sua frequencia de utilização é rara, mas quando utilizado a água não passa pelo sistema de desinfeção por UV. É grave se a matéria prima estiver contaminada	Observação directa		Reduzir frequência de utilização do bypass
7	Pontos de amostragem de torneiras não utilizadas nas tubagens de água após UVs formam troços mortos	Máquina	2	Estas torneiras apenas são utilizadas aquando a realização de testes *go-no-go.*	Observação directa		
7	Deterioração da borracha do ponto de amostragem nas tubagens de água após Uvs.	Máquina	2	Devido à furação através de seringa aquando a recolha de amostras microbiológicas, a borracha fica deteriorada podendo introduzir contaminação	Observação directa		Necessária verificação da estrutura da borracha
7	Ajuste de pH da água incorrecto	Máquina	2	A falta de calibração do aparelho pode levar a um acerto incorrecto do pH da água, que pode fazer com que a agua se encontre num intervalo de pH óptimo ao crescimento microbiano	Observação directa, recolha de amostras microbiológicas		
7	Ajuste de pH da água incorrecto	Homem	2	O incorrecto ajuste de pH da àgua devido a uma não realização da calibração do aparelho ou verificação deste parâmetro, pode fazer com que esta se encontre numa gama favorável ao crescimento microbiano	Observação directa, recolha de amostras microbiológicas		
7	Ajuste de pH da água incorrecto	Método	2	O incorrecto ajuste de pH da àgua pode fazer com que esta se encontre numa gama favorável ao crescimento microbiano	Observação directa, recolha de amostras microbiológicas		
7	Higienização deficiente de Aldox e chiller por CIP incorrecta	Máquina	2	Equipamentos contaminados devido ao método de esterilização ser inadequado			
7	Higienização deficiente de Aldox e chiller por CIP incorrecta	Homem	2	Equipamentos contaminados devido a operação de higienização incorreta			
7	Higienização deficiente do Aldox e chiller por CIP incorrecta	Método	2	Equipamentos contaminados devido ao método de esterilização ser inadequado			
7	Circuito de CO_2 vaporizado do Aldox não é esterilizável ou higienizável	Máquina	2	Apesar da existência de filtros de CO_2, este circuíto nunca é limpo	Observação directa		
7	Manómetros no Aldox e chiller sem design higiénico	Máquina	2	Desenho higiénico deficiente no Aldox e chiller	Observação directa		
7	Pontos de amostragem de torneiras não utilizadas nas tubagens de Aldox formam troços mortos	Máquina	2	Presença de troços mortos pode promover acumulação de cerveja e consequentemente contaminação	Observação directa		
7	Falta de isolamento na tubagem de água desarejada	Máquina	2	Falta de isolamento na tubagem de água desarejada forma condensações e provoca contaminação do chão e crescimento das bactérias	Observação directa		Existe proposta de melhoria
7	Higienização deficiente dos Carboblenders 1 e 2	Homem	2	Carboblenders contaminados devido a operação de higienização incorreta			
7	Higienização deficiente dos Carboblenders 1 e 2	Máquina	2	Higienização deficiente dos carboblenders por CIP ineficaz devido à presença de fugas ou design não higiénico do equipamento			
7	Higienização deficiente dos Carboblenders 1 e 2	Método	2	Higienização deficiente dos tanques por CIP ineficaz ou frequência de higienização não suficiente			
7	Circuito de CO_2 vaporizado do Aldox e Carboblenders não é esterilizável ou higienizável	Máquina	2	Apesar da existência de filtros de CO_2, este circuíto nunca é limpo	Observação directa		
7	Fugas em vedantes dos sensores dos carboblenders	Máquina	2	Fugas nos vedantes dos sensores dos carboblenders quando estes estão em funcionamento pode promover contaminação	Observação directa		

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
7	Vedantes dos sensores dos carboblenders estão em mau estado	Máquina	2	Fugas nos vedantes dos sensores dos carboblenders pode promover contaminação	Observação directa	Não se verifica	sem impacto
7	Circuito de CO_2 dos carboblenders não é esterilizável ou higienizável	Máquina	5	Apesar da existência de filtros de CO_2, este circuíto nunca é limpo	Observação directa		
7	Higienização deficiente de painel de cerveja filtrada - tubagem e curvas	Método	2	Higienização ineficaz do material pode comprometer a cerveja em termos microbiolóhicos. Esterilização destas tubagens sempre que se arranca o filtro. Temperatura pode não ser suficiente para acabar com a contaminação microbiana.			
7	Higienização deficiente de painel de cerveja filtrada - tubagem e curvas	Homem	2	Higienização ineficaz do material por operação incorrecta pode comprometer a cerveja em termos microbiológicos. Esterilização destas tubagens sempre que se arranca o filtro.			
7	Tubagem obsoleta de CO_2 e AR que passa ao lado do Aldox, medidor de O_2 dissolvido em água desarejada forma troços mortos	Máquina	2				
7	Contaminação do tanque de água desarejada por CIP incorrecta	Máquina	2	Higienização deficiente dos tanques por CIP ineficaz devido à presença de fugas ou design não higiénico do equipamento	Recolha de amostras microbiológicas de águas de lavagem do tanque e de água desarejada	Sem contaminação	Operação de higienização eficaz
7	Contaminação do tanque de água desarejada por CIP incorrecta	Homem	2	Tanque contaminado devido a operação de higienização incorreta	Recolha de amostras microbiológicas de águas de lavagem do tanque e de água desarejada	Sem contaminação	Operação de higienização eficaz
7	Contaminação do tanque de água desarejada por CIP incorrecta	Método	2	Higienização deficiente dos tanques por CIP ineficaz ou frequência de higienização não suficiente	Recolha de amostras microbiológicas de águas de lavagem do tanque e de água desarejada	Sem contaminação	Operação de higienização eficaz
8	Bypass à entrada do filtro cria ponto de acumulação de sujidade	Método	2	A esterilização do bypass é realizada uma vez por dia (1h30), frequência que pode não ser suficiente			
8	Bypass à entrada do filtro acumula sujidade	Homem	2	A operação de esterilização do bypass pode não ser eficaz			
8	Manómetros nos filtros de cartuchos sem design higiénico	Máquina	2	Desenho higiénico deficiente nos manómetros dos filtros de cartucho	Observação directa		
8	Visores à entrada dos filtros de cartuchos sem design higiénico	Máquina	2	Desenho higiénico deficiente nos manómetros dos filtros de cartucho	Observação directa		
8	Higienização deficiente do filtro por CIP incorrecta	Máquina	2	Higienização deficiente dos filtros por CIP ineficaz devido à presença de fugas ou design não higiénico do equipamento	Recolha de amostras microbiológicas	Não se verifica presença de contaminação microbiológica sistemática.	Filtração quase sempre eficaz
8	Higienização deficiente do filtro por CIP incorrecta	Homem	2	Filtros de cartucho contaminados devido a operação de higienização incorreta	Recolha de amostras microbiológicas	Não se verifica presença de contaminação microbiológica sistemática.	Filtração quase sempre eficaz
8	Higienização deficiente do filtro por CIP incorrecta	Método	2	Higienização deficiente dos tanques por CIP ineficaz ou frequência de higienização não suficiente	Recolha de amostras microbiológicas	Não se verifica presença de contaminação microbiológica sistemática.	Filtração quase sempre eficaz
8	Estado deteriorado dos cartuchos	Máquina	2	Cartuchos em mau estado podem não permitir uma filtração eficiente	Observação directa do material. Recolha de amostras microbiológicas à saída do filtro de cartucho	Não se verifica presença de contaminação microbiológica sistemática.	Filtração quase sempre eficaz. Necessário analisar com regularidade o estado dos cartuchos
9	CIP dos TCFs não eficaz	Máquina	2	Higienização deficiente dos TCFs por CIP ineficaz devido à presença de fugas; design não higiénico do equipamento; deterioração dos chuveiros	Recolha de amostras microbiológicas da última água de lavagem dos TCF	Por vezes, verifica-se contaminação microbiologica. Presença de contaminação varia consoante o tipo de cerveja presente anteriormente no tanque, sendo que tanques contendo cerveja sem alcool geralmente apresentam maior vunerabilidade.	A CIP de tanques contendo cerveja sem álcool, nem sempre é eficaz.

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
9	CIP dos TCFs não eficaz	Homem	8	TCF contaminados devido a operação de higienização incorreta	Recolha de amostras microbiológicas da última água de lavagem dos TCF	Por vezes, verifica-se contaminação microbiologica nas amostras. Presença de contaminação varia consoante o tipo de cerveja presente anteriormente no tanque, sendo que tanques contendo cerveja sem alcool geralmente apresentam maior vunerabilidade.	
9	CIP dos TCFs não eficaz	Método	2	Higienização deficiente dos TCF por CIP ineficaz ou frequência de higienização não suficiente	Recolha de amostras microbiológicas da última água de lavagem dos TCF	Por vezes, verifica-se contaminação microbiologica nas amostras. Presença de contaminação varia consoante o tipo de cerveja presente anteriormente no tanque, sendo que tanques contendo cerveja sem alcool geralmente apresentam maior vunerabilidade.	
9	Higienização dos TCFs não eficaz devido a água de lavagem	Máquina	5	Após CIP, os tanques são passados com água que devido ao trajecto que efectua até ao TCF pode ficar contaminada.	Recolha de amostras microbiológicas da última água antes da entrada no TCF		Remoção de troço morto no colector de enchimento. Sem impacto
9	Higienização dos TCFs não eficaz devido a água de lavagem	Material	2	Após CIP, os tanques são passados com água que pode vir contaminada.	Recolha de amostras microbiológicas da última água de lavagem dos TCF	Por vezes, verifica-se contaminação microbiologica nas amostras. Presença de contaminação varia consoante o tipo de cerveja presente anteriormente no tanque, sendo que tanques contendo cerveja sem alcool geralmente apresentam maior vunerabilidade.	
9	Estado deteriorado dos chuveiros dos TCF	Máquina	2	Chuveiros deteriorados podem possuir troços mortos, fazendo com que a higienização nem sempre seja eficaz			
9	Troços fixos com soldaduras "não higiénicas"	Máquina	-	Soldaduras não higienicas podem ser introdutórias de contaminação	Observação directa	Não se verifica	Sem impacto
9	Juntas nas válvulas e junções dos Paineis distribuição de cerveja danificadas	Máquina	-	Juntas nas válvulas e junções dos paineis distribuição de cerveja danificadas podem promover contaminação microbiana	Observação directa	Se hojer pouca perda, é colocado um tampão e o problema é resolvido após a paragem do filtro. Se as perdas forem grandes, a filtração pára e é chamado mecânico	Sem impacto
9	Visores dos TCFs não higienicos	Máquina	2	Visores de TCF com design não higienicos promovem a acumulação de cerveja, ou a realização de uma CIP não eficaz e consequentemente a contaminação	Bioluminescência	Na abertura de um dos visores foi efetuado teste de bioluminescência com valores elevados	Foi realizada proposta de melhoria e os visores da adega nova foram substituídos.
9	Contaminação através de termómetros de mercúrio dos TCF (troço morto)	Máquina	-	Termómetros de mercúrio fora de funcionamento formam um ponto morto dentro dos TCF	Observação directa	Os termómetros foram removidos, mas as ligações continuam. Verifica-se a existência de uma espécie de valvula de onde foi retirado o termómetro.	Sem impacto
9	Válvula e a tubagem de descarga de pressão para atmosfera (troço morto)	Máquina	-	Presença de troço morto não higienizado pode promover a contaminação microbiana	Observação directa		Sem impacto
9	Válvula e a tubagem de descarga de pressão para atmosfera (troço morto)	Método	-	Presença de troço morto não higienizado pode promover a contaminação microbiana	Observação directa		Sem impacto
9	Contaminação pelos Manómetros dos TCFs (troço morto)	Máquina	-	Manómetros dos TCFs não são verticais, são horizontais formam um ponto morto na ligação à tubagem	Observação directa		Os manómetros em questão foram substituídos por nanometros verticais
9	Tubagem do AR	Homem	2	Operação de CIP não eficaz, faz com que permaneça contaminação da tubagem e como tal, pode promover a contaminação da cerveja armazenada em TCF			

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
9	Tubagem do AR	Método	2	Contaminação da tubagem pode promover a contaminação da cerveja armazenada em TCF. Limpeza é só realizada anualmente			Mudança de frequência para semestral
9	Contaminação do circuito de CO_2	Método	2	Circuíto de CO_2 contaminado devido a uma incorrecta higienização ou frequência da mesma	Recolha de amostras microbiológicas antes e após limpeza (anual) dos circuítos (amostragem entre TCF 17 e 18). Recolha quinzenal após a limpeza	Foi observada presença de contaminação antes da limpeza. Após, não se verificou crescimento microbiano	Mudança de frequência para semestral
9	Contaminação do circuito de CO_2 devido a presença de cerveja	Método	5	Circuíto de CO_2 contaminado com cerveja devido a acertos de pressão nos TCF	Recolha de amostras microbiológicas		Quando os TCF enchem em demasia, pode espumar cerveja para a tubagem do CO_2
9	Troços mortos em torneiras de amostragem dos TCF	Máquina	-	Torneiras de amostragem dos TCF são de duas vias, e tem um troço morto de 5 cm não estão a face do tanque formam os pontos mortos entre válvula e tanque	Recolha de amostras microbiológicas		Alteração das torneiras
9	Juntas das portas do homem em mau estado	Máquina	-	Mau estado das juntas das portas do homem podem promover contaminação da cerveja presente no TCF			Problema resolvido, juntas das portas substituídas
9	CIP não eficaz das Mangueiras	Máquina	2	As mangueiras apresentam contaminação após CIP, devido à degradação do interior da mangueira	Observação directa	Não se verifica	Sem impacto
9	CIP não eficaz das Mangueiras	Método	-	Mangueiras contaminadas devido ao método de CIP ser inadequado ou frequência de limpeza não suficiente	Bioluminescência / Verificação contra standard		
9	Contaminação das piscinas de desinfeção de mangueiras	Máquina	2	Contaminação das piscinas de desinfeção de mangueiras devido ao facto da piscina se encontrar ao ar livre, sem qualquer proteção	Recolha de amostras microbiológicas		
9	Contaminação das piscinas de desinfeção de mangueiras	Homem	5	Contaminação das piscinas de desinfeção de mangueiras devido a operações de higienização incorrecta do tanque,colocação de detergente e/ou purgas de cervejas acidentais para a piscina.	Recolha de amostras microbiológicas	Por vezes nao se verifica a presença de detergente e nestes casos a amostra apresenta-se contaminada	Averiguar se todos os colaboradores cumprem a LUP "colocar as mangueiras e peças da filtração nas piscinas"
9	Contaminação das piscinas de desinfeção de mangueiras	Método	2	Contaminação das piscinas de desinfeção de mangueiras devido a quantidade de Topax 990 não suficiente ou pelo facto de não ter sido espalhado por toda a piscina	Recolha de amostras microbiológicas	Não se verifica	Sem impacto
9	Mangueira suja devido a contacto com chão	Método	5	A exposição ao ar ambiente ou quando depositadas no chão é propícia ao desenvolvimento de contaminação microbiológica nas mangueiras	Observação directa	Mangueiras expostas ao ar ambiente sem qualquer proteção	
9	Higienização do separador de espumas	Máquina	-	Circuíto do separador de espumas com design não higienico			Sem impacto
9	Higienização do separador de espumas	Método	-	Frequência de higienização destes circuítos é anual.			Sem impacto
9	Painel do envio de cerveja para as linhas com fugas nas válvulas	Máquina	-	Presença de fugas pode promover a contaminação microbiana			Problema Solucionado
9	Lanternas de envio de cerveja para a linha Barril	Máquina	-				Eliminação de lanternas de envio de cerveja para o barril
9	Valvulas de antivacuo não são revistas por falta de acsesso (não há passagens dos niveis nos TCF)	Máquina	2	A integridade das válvulas de antivácuo não é revista pelo facto de estarem inacessíveis			Foram colocadas válvulas anti-vácuo nos TCF pequenos, processo que ainda não se verificou nos tanques grandes. Não há frequência de revisão
10	Contaminação de tanque de cerveja recuperada (TCF6)	Homem	2	Cerveja contaminada no TCF. Operação de higienização incorrecta.	Recolha de amostras microbiológicas de cerveja presente no TCF6 e última água de lavagem do TCF6	Amostras de cerveja com população microbiana incontável. Por vezes, higienização não eficaz	Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
10	Contaminação do circuíto de cerveja recuperada do Painel 6 para TCF6	Máquina	8	Contaminação dos circuítos devido a cerveja em carga durante a semana devido a fecho de válvulas automáticas(Válvulas do P6 a V38)	Recolha de amostras após V38	Ponto de amostragem com população incontável de bactérias e leveduras	Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
10	Contaminação do circuíto de cerveja recuperada do Painel 6 para TCF6	Método	8	Contaminação dos circuítos devido a higienização não eficaz ou frequência de lavagem insuficiente. Existem troços que não são higienizados.	Recolha de amostras microbiológicas a partir de torneiras existentes nos circuítos. Impossíbilidade de recolha de amostras após passagem pelos circuitos não higienizados.	As 3 torneiras mais proximas do TCF não apresentam contaminação após higienização.	Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.

Tabela A. 3 Matriz QA elaborada no âmbito da Equipa FTR Micro Filtração, tendo em conta o defeito "Contaminação Microbiológica" (continuação).

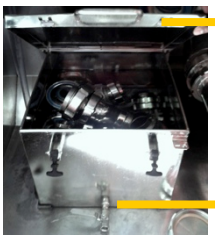
Tese acerca de elementos da Matriz QA				Verificação			
Fase	Causa	Categoria	Peso	Tese	Metodo de Verificação	Resultados	Conclusão
10	Contaminação dos circuítos de cerveja recuperada dos paineis da Adega Nova para o TCF6	Máquina	5	Contaminação dos circuítos devido à impossibilidade de higienização durante a semana	Impossibilidade de recolha de amostras		Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
10	Contaminação dos circuítos de cerveja recuperada dos paineis da Adega Nova para o TCF6	Homem	2	Contaminação dos circuítos devido a operação de recuperação de cerveja incorrecta	Recolha de amostras microbiológicas a partir de torneiras existentes nos circuítos. Impossíbilidade de recolha de amostras após passagem pelos circuitos não higienizados.	As 3 torneiras mais proximas do TCF não apresentam contaminação após higienização.	Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
10	Contaminação dos circuítos de cerveja recuperada dos paineis da Adega Nova para o TCF6	Método	2	Contaminação dos circuítos devido a higienização não eficaz ou frequência de lavagem insuficiente. Existem troços que não são higienizados. Pode ficar cerveja estagnada dentro da tubagem	Recolha de amostras microbiológicas a partir de torneiras existentes nos circuítos. Impossíbilidade de recolha de amostras após passagem pelos circuitos não higienizados.	As 3 torneiras mais proximas do TCF não apresentam contaminação após higienização.	Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
10	Existência de fugas no circuíto de cerveja recuperada	Máquina	-	Presença de fugas no circuíto de cerveja recuperada pode promover a contaminação microbiana	Observação directa	Não se verifica	Sem impacto
11	Circuíto entre a válvula 6 não é CIPado originando troço morto	Máquina	5	Presença de fugas no circuíto de cerveja recuperada pode promover a contaminação microbiana			Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
11	Contaminação de cerveja recuperada	Máquina	5	Volume sobrante de cerveja recuperada fica vários dias na tubagem devido a impossibilidade de higienização da tubagem			Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
11	Contaminação de cerveja recuperada	Método	5	Volume sobrante de cerveja recuperada fica vários dias na tubagem devido a impossibilidade de higienização da tubagem			Filtração por kieselguhr reduz contaminação a níveis aceitáveis. Porém a carga microbiana da cerveja recuperada é tão elevada que até mesmo a cerveja filtrada apresenta contaminação.
11	Contaminação dos filtros devido ao arranque com cerveja recuperada	Método	5	Volume sobrante de cerveja recuperada fica vários dias na tubagem devido a impossibilidade de higienização da tubagem. Este volume é misturado com a água utilizada para o embalamento dos filtros.			

Após a listagem dos riscos associados às várias etapas processo de Filtração, é feita uma avaliação dos mesmos. Esta avaliação, pode ser observada na **Tabela A.3** através da coluna "Peso" onde é avaliado o peso significativo de cada ponto da tabela. Deste modo, cada risco é rotulado pelos números 2, 5 e 8 que significam, respetivamente, peso baixo, médio e elevado.

APÊNDICE V. Propostas de Melhoria

Nesta seção, e pela análise da **Tabela A.4** podem ser visualizadas as propostas de melhoria submetidas no âmbito da equipa de Melhoria FTR Micro BBT que ainda se encontram sob avaliação.

Tabela A.4 Propostas de Melhoria sob avaliação.

Proposta de Melhoria:	2637 - **"Instalação de um recipiente para colocação de peças auxiliares ao carregamento e envio de cisternas"**
Descrição:	"Solicita-se a instalação de um recipiente em inox próximo do Painel Cisterna de Cerveja, semelhante ao que se encontra na figura apresentada. Os principais objetivos desta instalação são o armazenamento de peças auxiliares à recepção e enchimento de cisternas e a respetiva desinfeção das mesmas (através da imersão numa solução desinfectante colocada manualmente).  **Presença de Tampa.** Importante visto que se trata de uma instalação ao ar livre. **Presença de um ponto de purga com válvula manual.** Importante para efetuar despejo da solução desinfectante. Por questões de segurança, seria vantajoso um sistema para colocação de um cadeado, de modo a que só o pessoal autorizado pudesse aceder ao conteúdo do recipiente. Relativamente às dimensões, o ideal seria cerca de 60 cm de comprimento, 40 cm de largura e 40 cm de altura."
Beneficio esperado:	"Melhor organização do espaço de trabalho; Evitar contaminação das peças a utilizar; Facilitar acesso às peças"

Proposta de Melhoria:	2648 - **"Eliminação de tubagem e válvulas de sangramento para o TCF 6 da ACF 2 do colector de envio enchimento"**
Descrição:	"Solicita-se a eliminação da tubagem de sangramento da ACF2 do painel de envio para o enchimento devido a esta não ser utilizada e estar a ser fonte de contaminação da cerveja do TCF6."
Beneficio esperado:	"Eliminar fonte de contaminação"

Proposta de Melhoria:	2639 - **"Eliminação de tubos de água obsoletos no painel envio enchimento"**
Descrição:	"Solicita-se a eliminação de troço obsoleto da rede de água bruta da ACF2."
Beneficio esperado:	"Eliminar fonte de contaminação"

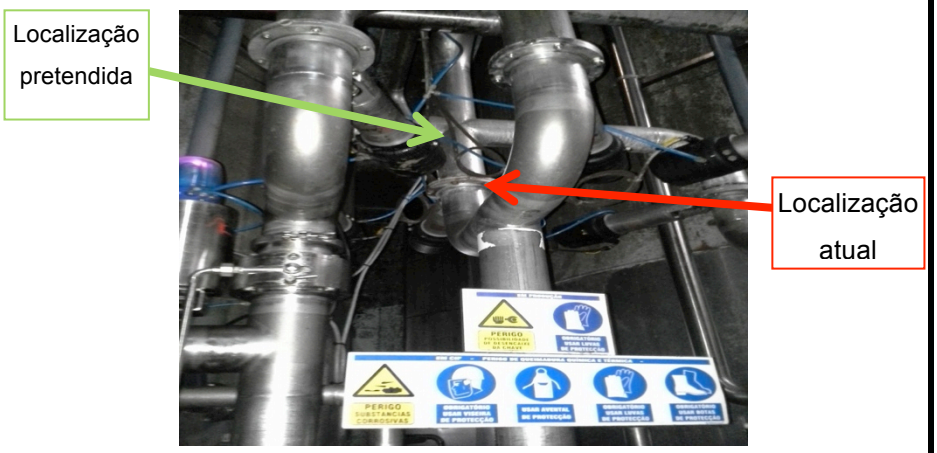
Proposta de Melhoria:	2640 - **"Eliminação troço de tubo do retorno de água recuperada"**
Descrição:	"Solicita-se a eliminação de troço da tubagem de água recuperada."
Beneficio esperado:	"Eliminar ponto de contaminação"

Proposta de Melhoria:	2641 - **"Eliminação tubo obsoleto painel colector de envio enchimento"**
Descrição:	"Solicita-se a eliminação de tubo obsoleto no painel colector de envio para o enchimento."
Beneficio esperado:	"Eliminar tubagens obsoletas"

Proposta de Melhoria:	2645 - **"Eliminação válvulas de purga colectores de envio enchimento"**
Descrição:	"Solicita-se a eliminação das válvulas de purga dos colectores de envio para o enchimento"

Beneficio esperado:	"Eliminar fontes de contaminação"

Tabela A.4 Propostas de Melhoria sob avaliação (continuação).

Proposta de Melhoria:	2647 - **"Alterar localização da válvula automática 31"**
Descrição:	"Alterar a localização da válvula automática nº31 (localizada acima do painel 6) que permite a passagem de cerveja recuperada da linha 1 para o tanque de cerveja recuperada (TCF6). Colocar a mesma junto da intersecção da tubagem de cerveja recuperada vinda das linhas 2 e 3." 
Beneficio esperado:	"Remoção de ponto morto"